VDV Die Verkehrsunternehmen

VDV-Schrift Nr. 301-1

01/2014

Internetprotokoll basiertes integriertes Bordinformationssystem IBIS-IP

Teil 1: Systemarchitektur

Gesamtbearbeitung
Fachausschuss für Telematik und Informationssysteme ATI
Unterausschuss für Kommunikations- und Informationssysteme UA-KIS

Sachbearbeitung
Dipl.-Ing. Dirk Weißer, Init, Karlsruhe
Dr. Torsten Franke, IVU, Aachen
Dr. Holger Bandelin, Scheidt & Bachmann, Mönchengladbach
Dipl.-Ing. Berthold Radermacher, VDV, Köln
Dipl.-Ing. Andreas Wehrmann, VDV, Köln
Dipl.-Ing. ETH Walter Meier-Leu, we, Schaffhausen

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Das dieser VDV-Schrift zugrundeliegende Vorhaben IP-KOM-ÖV wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie unter dem Förderkennzeichen 19P10003 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 6

2. Anwendungsbereich 7

3. Systemaufbau 8

3.1. IBIS-IP Grobarchitektur 8

3.2. Begriffe 9

4. IBIS-IP-Systemarchitektur 12

4.1. Ermittlung der Fachkomponenten 12

4.2. Hierarchisierung anhand eines Beispiels 12

4.3. Die IBIS-IP-Systemarchitektur 14

5. Funktionsgruppen 16

5.1. Fahrzeugbetriebsfunktionen 16

5.1.1. Geräte-Management 17

5.1.2. System-Dokumentation 17

5.1.3. System-Management 18

5.1.4. Diagnose-Management 18

5.2. Fahrbetriebsfunktionen 18

5.2.1. Fahrt-/Fahrweg-Ermittlung 19

5.2.2. Netzortung 19

5.2.3. Soll-Ist-Vergleich 19

5.2.4. Prognose 19

5.2.5. Fahrbetriebsaufzeichnung 20

5.2.6. Navigation 20

5.2.7. Fahrwegsteuerung 20

5.3. Kunden-Kommunikationsfunktionen 20

5.3.1. Fahrgast-Informations-Ermittlung 20

5.3.2. Fahrgast-Anzeiger 21

5.3.3. Fahrgast-Ansage 21

5.3.4. Kundenendgeräte-Kommunikation 21

5.4. Ticketing-Funktionen 21

5.4.1. Ticket-Daten-Ermittlung 22

5.4.2. Ticket-Prüfung 22

5.4.3. Ticket-Entwertung 22

5.4.4. Ticket-Verkauf 22

5.5. Basisfunktionen 22
5.5.1. HF-IP-Netz-Schnittstelle 23
5.5.2. Massendatenspeicher 23
5.5.3. Zeitbestimmung 23
5.5.4. Fahrgastzählung 23
5.5.5. Fahrzeugschnittstellen 23
5.5.6. Physikalische Ortung 24
5.5.7. Fahrweg-Steuer-Schnittstelle 24
5.5.8. Traktionsschnittstelle 24
5.5.9. Audio-Schnittstelle 24
5.5.10. Video-Schnittstelle 24
5.6. Zentralen-Kommunikationsfunktionen 24
5.6.1. Nutz-Daten-Im-/Export 25
5.6.2. itcs-Kommunikation 25
5.7. Fahrer-Kommunikationsfunktionen 25
5.7.1. Fahrer-MMI 25
6. Systemsicherheit 26
7. Kommunikation mit Diensten 26
8. Begriffe 28
9. Abkürzungen 34
Referenzen 35

Vorwort

Auf Initiative des VDV und gefördert durch das BMWi begann im September 2010 das Forschungs- und Standardisierungsprojekt *Internet Protokoll basierte Kommunikationsdienste im öffentlichen Verkehr (IP-KOM-ÖV)*.

Das Projekt wird von 14 Partnern aus Industrie, Universitäten und Verkehrsunternehmen getragen. Es dient der Erarbeitung moderner Kommunikationskonzepte für die umfassende und kontinuierliche Fahrgastinformation.

Eine umfassende Fahrgastinformation stellt heutzutage ein entscheidendes Wettbewerbsmerkmal im öffentlichen Personenverkehr dar, nicht nur im Vergleich mit anderen Verkehrsunternehmen sondern auch im Vergleich zum Individualverkehr.

Bereits heute ist es üblich, dass Verkehrsunternehmen ihre Fahrgäste nicht nur über die geplanten Fahrten informieren, sondern auch Echtzeitinformationen z. B. zu Verspätungen, Ereignisse oder Fahrtzieländerungen bereitstellen. Diese Informationen werden zum einen über öffentliche Anzeiger bzw. Ansagen in Fahrzeugen oder an Haltestellen allen dort befindlichen Personen zur Verfügung gestellt. Zum anderen lassen sich solche Informationen mit speziellen Applikationen oder über Web-Angebote von Einzelpersonen individuell abfragen.

Bislang ist es aber nicht möglich, Fahrgäste im öffentlichen Verkehr mit Informationen zu ihrer persönlich relevanten Fahrt zu versorgen, den Fahrgast also auch im Störungsfall mit Hilfe des öffentlichen Verkehrs auf dem schnellsten Weg zu seinem Ziel zu führen.

Die weit verbreiteten Smartphones und Tablets bieten hierfür vielfältige Möglichkeiten und ermöglichen eine hohe Akzeptanz der Benutzer. Die Informationsübertragung erfolgt dabei IP-basiert und sollte bevorzugt zwischen einem zentralen Informations-Server und dem Kundenendgerät erfolgen. Für den Fall, dass der zentrale Datenserver nicht erreichbar ist, resp. das Fahrzeug nicht mit einem solchen verbunden ist, sollte auch eine Kommunikation direkt zwischen Kundenendgerät und Fahrzeug möglich sein.

Das Forschungs- und Standardisierungsprojekt IP-KOM-ÖV arbeitet deshalb an drei Schwerpunkten (vgl. Abbildung 1).

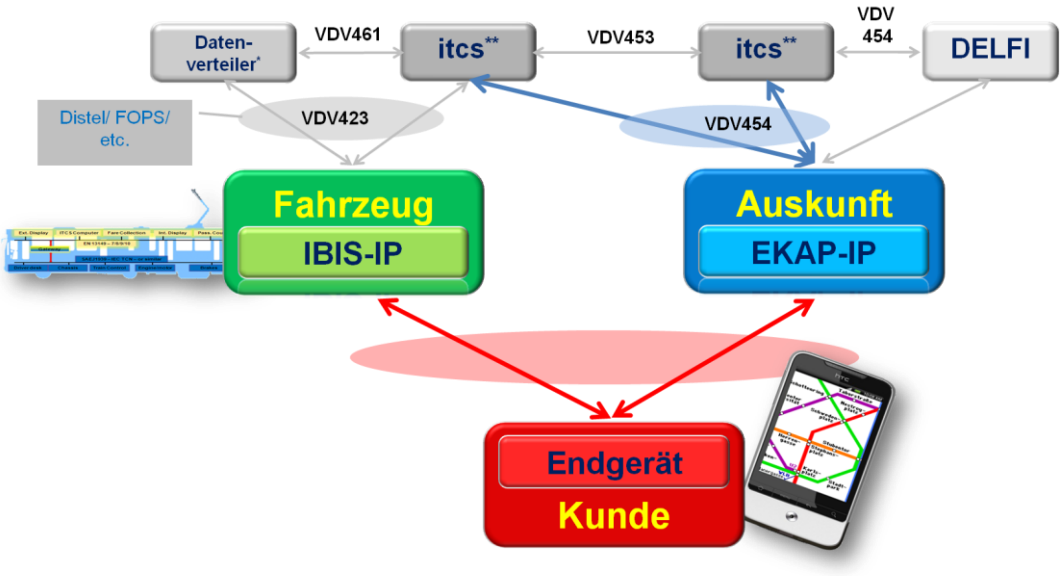

Abbildung 1: Umfeld und Schwerpunkte im Projekt IP-KOM-ÖV

Erster Schwerpunkt (grün in Abbildung 1) ist die Spezifikation eines performanten IP-basierten Kommunikationsprotokolls im Fahrzeug (IBIS-IP). Dabei geht es zum einen darum, den gewachsenen Bedürfnissen der fahrzeuginternen Fahrgastinformation und Kommunikation gerecht zu werden. Hierzu wird der in den achtziger Jahren entwickelte IBIS-Wagenbus aus der VDV 300 (vgl. [1]) auf eine moderne Ethernet-Informationsarchitektur umgesetzt. Zum anderen geht es um die Definition einer IP-basierten Schnittstelle zur Übertragung der Informationen vom Fahrzeug zum mobilen Kundenendgerät. Die vorliegende Schrift ist das Resultat dieses Teils des Forschungsprojektes.

Zweiter Schwerpunkt (rot in Abbildung 1) ist die Definition der notwendigen Schnittstellen um zukünftigen Applikationen für individuelle Fahrgastinformation unter Verwendung mobiler Geräte des Fahrgasts (Smartphones, Tablet-PC u.ä.) standardisiert zur Verfügung zu stellen. Hierzu wurden im ersten Schritt die Bedürfnisse von Fahrgästen zu individuellen Informationen ermittelt. Im zweiten Schritt wurden einheitliche Schnittstellen zwischen der Echtzeit- Kommunikations- und Auskunftsplattform (EKAP vgl. dritten Schwerpunkt) und den mobilen Kundenendgeräten bzw. zwischen der EKAP und den Hintergrundsystemen entwickelt. Hierbei wurden ausschließlich die Datenmodellierungen und Architekturen erforscht und spezifiziert. Die Entwicklung einer Applikation für mobile Endgeräte war ausdrücklich nicht vorgesehen und wurde lediglich für Tests in einfachster Form realisiert. Die Resultate dieses Teils des Forschungsprojektes sind in der VDV-Schrift 430 dokumentiert.

Dritter Schwerpunkt (blau in Abbildung 1) ist die Definition und Schaffung einer EKAP. Die EKAP bündelt Informationen von itcs- und anderen Auskunfts- und Informationssystemen und stellt die Vielzahl an Informationen über geeignete Schnittstellen den Applikationen auf den Kundenendgeräten standardisiert zur Verfügung. Diese Plattform ermöglicht es den Herstellern von Apps, Kunden dynamisch mit individuellen Störungsmeldungen versorgen zu können. Die Resultate dieses Teils des Forschungsprojektes sind ebenfalls in der VDV-Schrift 431 dokumentiert.

Darüber hinaus wird die Praxistauglichkeit dieses neuen Standards in Labor- und Feldtests verifiziert.

1. Einleitung

Der IBIS-Wagenbus-Standard gemäß VDV 300 repräsentiert auf der einen Seite einen der erfolgreichsten und langlebigsten Standards des VDV. Er legte seit den 1980er Jahren und mit den technischen Mitteln der damaligen Zeit fest, welche Datensätze für den Informationsaustausch zwischen Geräten im Fahrzeug, wie Bordrechnern, Anzeigern, Entwertern, Fahrgastzählsystemen etc. verwendet werden.

Auf der anderen Seite zeigt sich immer deutlicher, dass es für die Zukunft eines neuen Standards bedarf. Immer vielfältiger werden die Anforderungen an die Fahrgastinformation und immer höher die Anforderungen an die Performanz der Fahrgastinformationssysteme.

Seit langem werden deshalb Internet-Protokoll-basierte Lösungen auch für die Fahrgastinformation im Fahrzeug eingesetzt. In Ermangelung eines verbindlichen Standards wurde in den letzten Jahren eine immer größer werdende Menge projekt- oder herstellerspezifischer Ethernet basierter Lösungen entwickelt. Derartige Lösungen sind sowohl für Verkehrsunternehmen wie für Hersteller mit hohen Investitionen und Integrationsaufwänden verbunden und stellen jeweils ein erhebliches Projektrisiko dar. Ein Informationsaustausch zwischen dem IBIS-System und Kundenendgeräten der Fahrgäste ist ebenfalls nur über teure Einzellösungen möglich. Kunden die in verschiedenen Regionen reisen, brauchen heute unterschiedliche Apps, um die vom Betreiber des ÖV bereitgestellten Informationen nutzen zu können.

Mit dem Integrierten-Bord-Informations-System auf Internet-Protokoll-Basis (IBIS-IP) wird deshalb ein leistungsfähiger IP-basierter Nachfolgestandard des IBIS-Wagenbusses beschrieben. Mit der ersten Anforderungserhebung in der VDV-Mitteilung 3001 wurde auf Basis von Anwendungsfällen der Bedarf an ein neues Kommunikationsmedium ermittelt. Darüber hinaus wurden auch spezifische Migrationsszenarien zwischen Alt- und Neusystemen in dieser Publikation behandelt. Diese Erkenntnisse dienten als Grundlage für die getroffenen Spezifikationen in dieser Schrift.

Diese Schrift soll als Hilfestellung bei der Ausschreibung neuer Kommunikationssysteme auf Fahrzeugen des ÖV dienen und somit durch Standardlösungen die Kosten und Risiken erheblich senken. Um diesen Standard lebendig zu erhalten, wird im Jahreszyklus der UA-KIS eine Überprüfung und Aktualisierung der Festlegungen durchführen. Dies betrifft insbesondere auch die Spezifikation weiterer Dienste, die im Rahmen des Forschungsprojektes noch nicht definiert werden konnten.

In diesem ersten Teil wird die grundlegende Architektur von IBIS-IP festgelegt und beschrieben. Dabei wird definiert, auf welche Weise die Fachlichkeit einzelner Funktionen ermittelt und wie darauf basierend eine dienstorientierte Architektur entwickelt wurde. Diese Architektur dient als Basis für eine herstellerunabhängige Architektur, die die einfache Austauschbarkeit von Geräten im Fahrzeug gewährleisten soll. Weiter werden die fachlichen Komponenten kurz beschrieben und anschließend kurz auf Sicherheitsaspekte des Systems eingegangen. Dieses Dokument schließt mit Definitionen zu Kommunikationsarchitekturen ab.

Nachdem in diesem ersten Teil also die Systemarchitektur von IBIS-IP definiert wird, spezifiziert der zweite Teil, die VDV-Schrift 301-2, die technische Schnittstellenumsetzung auf Basis von XML-Strukturen.

2. Anwendungsbereich

IBIS-IP beschreibt allgemeine Kommunikationsregeln für die Kommunikation zwischen IP-basierten Geräten der Kundeninformation in Einzelfahrzeugen des ÖV und spezifiziert das Protokoll dieser Kommunikation. IBIS-IP stellt insbesondere einen IP-basierten Nachfolgestandard für den IBIS-Wagenbus der VDV-Schrift 300 dar. Die Abbildung aller IBIS-Wagenbus-Standardfunktionalitäten wurde daher bei der Entwicklung von IBIS-IP explizit berücksichtigt. Die bewährte Master/Slave-Architektur wurde dabei durch eine moderne dienstorientierte Architektur abgelöst, um mit einer nachhaltig flexiblen Netzwerktechnologie Weiterentwicklungen zu ermöglichen. Mit den getroffenen Definitionen wird zum einen der Fokus auf ein leistungsfähiges Übertragungsmedium sowie auch eine Herstellerunabhängigkeit bei den Peripheriegeräten geachtet.

Die in dieser Schrift vorgestellte Systemarchitektur und die darauf aufbauenden Applikationen sehen lediglich die Einbindung nicht sicherheitsrelevanter Systeme vor. Eine Anbindung sicherheitsrelevanter Systeme kann über definierte Schnittstellen (z. B. Gateways) erfolgen, wobei dabei die Schnittstellenanbieter die Rückwirkungsfreiheit gegenüber beiden Systemen gewährleisten müssen.

3. Systemaufbau

Im folgenden Kapitel werden Funktionsgruppen beschrieben, in die die Funktionalitäten des IBIS-IP-Systems eingeteilt werden und es wird eine Einordnung des IBIS-IP in den kommunikativen Kontext vorgenommen. Anschließend werden Begriffe, die im weiteren Verlauf des Dokuments Verwendung finden, eingeführt.

3.1. IBIS-IP Grobarchitektur

Nach einer Anforderungsanalyse (vgl. VDV-Mitteilung 3001) wurden die folgenden Akteure, die mit einem IBIS-IP-System eines Fahrzeugs Daten austauschen, identifiziert (vgl. Abbildung 6):

- das Fahrzeug, das dem IBIS-IP-System über Schnittstellen Informationen des Fahrzeugs zur Verfügung stellt (z. B. Tür-Status, Odometer-Informationen),
- die Geräte, die zum einen das IBIS-IP-System beherbergen und zum anderen über Schnittstellen überhaupt erst die Kommunikation zu anderen Teilnehmern ermöglichen,
- die Fahrwegsteuerung, mit denen das IBIS-IP-System zwecks LSA-/Weichensteuerung oder Bakenortung kommuniziert,
- das mobile Kundenendgerät, das mit dem IBIS-IP-System Fahrgastinformationsdaten austauscht,
- Ticketverkaufs- und -prüfgeräte, die Informationen zum Standort im ÖV-Netz benötigen,
- das itcs, das mit dem IBIS-IP-System aktuelle Echtzeitdaten austauscht und
- andere Datenver- und -entsorgungssysteme, die mit dem IBIS-IP-System Daten austauschen, die keine Echtzeitdaten sind. Darunter fallen z. B. Netzdaten, Fahrplandaten, Tarifdaten, Konfigurationsdaten, Log-Daten, Störungsmeldungen etc.

Selbstverständlich ist eine solche Aufzählung offen für neue Anforderungen und kann zukünftig erweitert werden. Auf Basis dieser Akteure lassen sich auch die wesentlichen Funktionalitäten ermitteln, die innerhalb des IBIS-IP-Systems zur Verfügung stehen müssen, um diese zu bedienen:

- Basisfunktionen, die über entsprechende Schnittstellen eine Anbindung des IBIS-IP-System an Geräte und Fahrzeugsysteme ermöglichen,
- Kundenkommunikationsfunktionen, die alle relevanten Informationen zur Fahrgastinformation bündeln und über entsprechende Schnittstellen bereitstellen,
- Ticketing-Funktionen, die alle relevanten Daten zur Ticketerstellung und -prüfung ermitteln und bereitstellen,
- Fahrerkommunikationsfunktionen, die alle relevanten Informationen vom Fahrer entgegennehmen und alle relevanten Informationen für den Fahrer bereitstellen,
- Zentralen-Kommunikationsfunktionen, die den Austausch von Daten mit den Hintergrundsystemen und dem itcs ermöglichen.

Desweiteren aber auch

- Fahrbetriebsfunktionen, die alle Funktionen beinhalten, die sich mit der Ermittlung der eigenen Position im ÖV-Netz und den sich daraus ergebenden Prognosen befassen und
- Fahrzeugbetriebsfunktionen, die dem Management des IBIS-IP-Systems dienen.

Damit ergibt sich das in Abbildung 2 gezeigte Schema, das die wesentlichen Aufgabenträger eines Fahrzeugsystems und die Schnittstellen zu äußeren Systemen darstellt. Die Abbildung wird in Kapitel 4.3, Abbildung 6 weiter verfeinert.

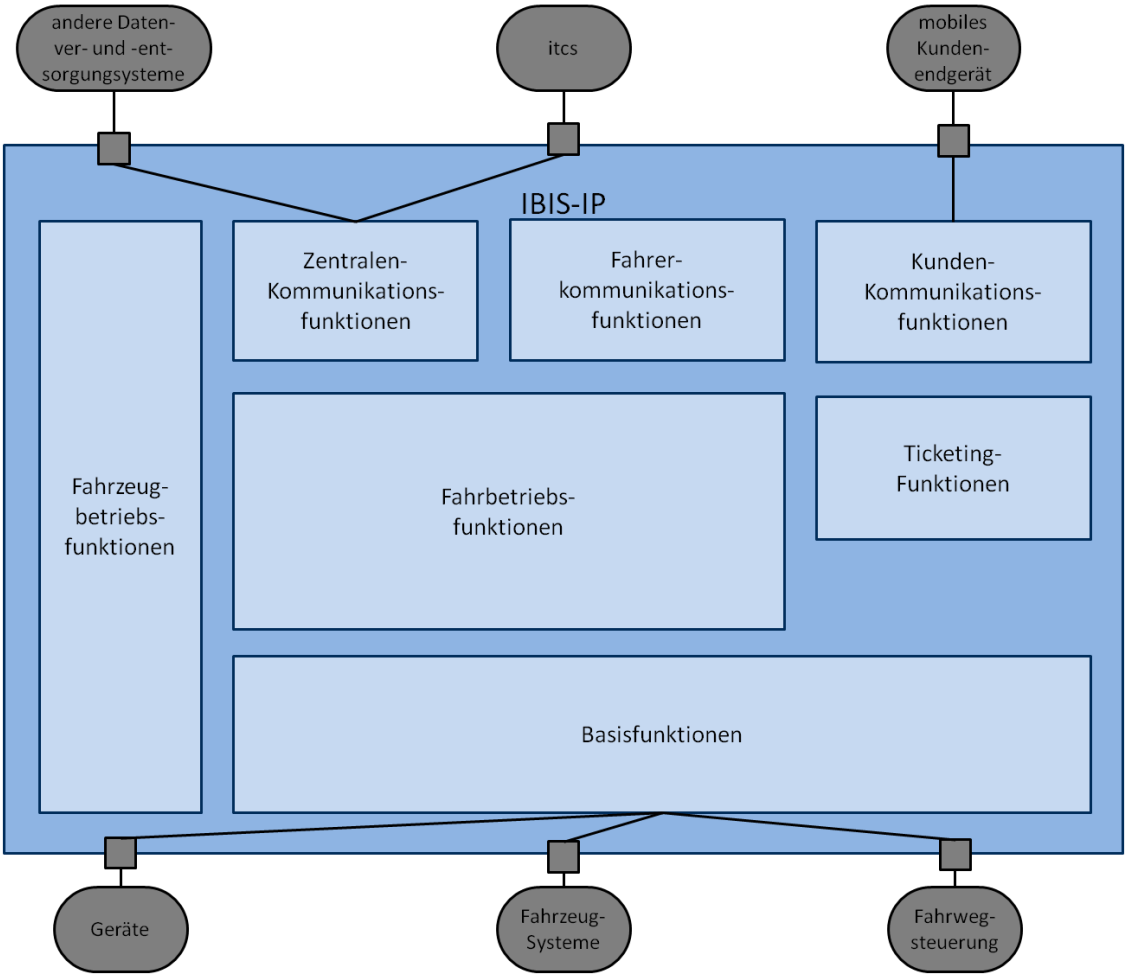

Abbildung 2: Einordnung von IBIS-IP in den Kommunikativen Kontext.

Da es sich bei den weißen Kästchen der Abbildung 2 jeweils um eine Vielzahl verschiedener Funktionen handelt, spricht man korrekter Weise von Funktionsgruppen (vgl. 3.2), also z. B. von der Funktionsgruppe der Basisfunktionen.

3.2. Begriffe

Im vorliegenden Kapitel werden die Begriffe, die im weiteren Verlauf des Dokuments verwendet werden, kurz eingeführt.

Fachkomponente

Im Rahmen der Entwicklung der IBIS-IP-Systemarchitektur wurde die komplette Fachlichkeit des Systems in Teile mit konkret benennbaren fachlichen Aufgaben - in sogenannte Fachkomponenten - zerlegt (vgl. Kapitel 4).

Eine Fachkomponente stellt dabei eine fachliche Kapselung einer Funktionalität unabhängig von der Art und Weise ihrer Umsetzung dar. Eine Fachkomponente kann u. a.

- eine abstrakte Schnittstelle zu einem anderen System oder Gerät,
- eine Applikation,
- ein Dienst oder
- ein Gerät

sein.

Da im Rahmen der vorliegenden Schrift nur ein Teil der Fachkomponenten in Form von Diensten bzw. Applikationen auf Geräten spezifiziert und implementiert wird, wird bei der Beschreibung der Fachlichkeit weiter der umfassendere Begriff „Fachkomponente“ verwendet. Damit wird zugleich der Tatsache Rechnung getragen, dass die Zerlegung in Fachkomponenten mit unterschiedlicher Ausführlichkeit erfolgte.

Es werden im vorliegenden Teil 1 des Dokuments immer die deutschen Namen der Fachkomponenten verwendet. Fachkomponenten werden im Folgenden durch Verwendung folgender

Schriftart

hervorgehoben.

Funktionsgruppe

Eine Funktionsgruppe fasst fachlich zusammengehörige Fachkomponenten unter einem Oberbegriff zusammen.

Dienstorientierte Architektur

IBIS-IP verwendet eine **Dienstorientierte Architektur**. Unter einer Dienstorientierten Architektur versteht man in der Informationstechnologie (IT) ein Architekturmuster, das auf der Nutzung strukturierter Softwaremodule, sog. Dienste, beruht.

Dienst bzw. Service

Ein **Dienst bzw. Service** stellt ein Stück Software dar, das fachlich zusammengehörige Funktionalitäten kapselt und über eine spezifizierte Schnittstelle zur Verfügung stellt. Neben der fachlichen Funktionalität richtet sich die Festlegung des Funktionsumfangs eines Dienstes auch danach, welche Daten zusammen gehören oder von welcher Quelle die Daten stammen.

Die Begriffe Dienst und Service werden synonym verwendet.

Dienste laufen im Kontext eines Betriebssystems und ggf. einer größeren Applikation auf einem Gerät. Die Ermittlung der Architektur erfolgt aber vollständig unabhängig von den ggf. eingesetzten Geräten.

Die Umsetzung der Fachkomponente in Dienste und die Spezifikation der entsprechenden Schnittstellen wird in Teil 2 der vorliegenden Schrift beschrieben. Dort wird auch der Bezug zwischen Dienst und zugehöriger Fachkomponente hergestellt.

Operationen

Dienste stellen ihre Funktionalitäten über eine Reihe von Operationen bereit.

Beispiel 1:

Die Zusammenhänge zwischen Gerät, Dienst und Operation werden für den allgemeinen Fall sowie am Beispiel des Dienstes SystemManagementService (einer Umsetzung der Fachkomponente `System-Management` *in Form eines Dienstes (vgl. 5.1.2 sowie Teil 2 der vorliegenden Schrift)) in Abbildung 3 dargestellt.*

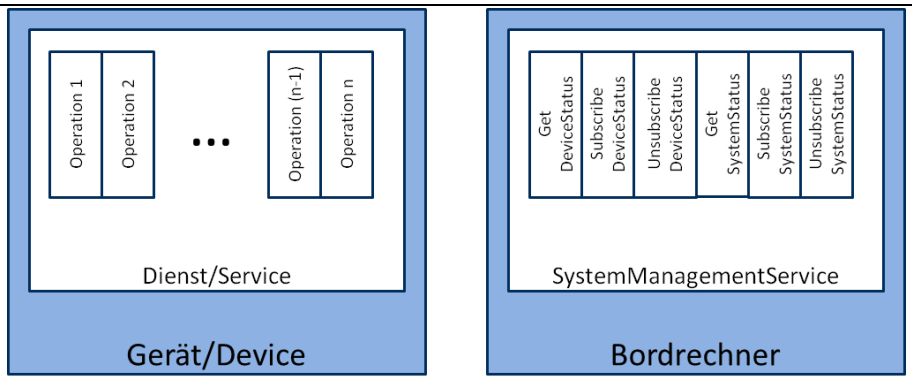

Abbildung 3: Einordnung der Begriffe Gerät, Dienst und Operation.

Im Beispiel läuft auf dem Gerät „Bordrechner“ der Dienst „SystemManagementService“. Dieser Dienst verfügt über Operationen, die es erlauben, den Status des Gerätes (GetDeviceState) oder den Systemzustand (GetSystemStatus) einmalig abzufragen. Daneben gibt es Operationen, mit denen man sich für ein Abonnement auf bestimmte Informationen anmelden (z. B. SubscribeDeviceStatus, SubscribeSystemStatus) und auch wieder abmelden kann (z. B. UnsubscribeDeviceStatus, UnsubscribeSystemStatus).

Weitere Erläuterung zu Operationen und Diensten finden sich im Teil 2 dieser Schrift.

4. IBIS-IP-Systemarchitektur

4.1. Ermittlung der Fachkomponenten

Basierend auf den in der VDV-Mitteilung 3001 (siehe auch [2]) beschriebenen Anforderungen wurden alle Fachkomponenten ermittelt, die erforderlich sind, um die dort beschriebenen Anwendungsfälle abzuhandeln.

Für die Entwicklung einer IBIS-IP-Systemarchitektur wurden des Weiteren

- die Datenflüsse in den verschiedenen Szenarien der VDV-Mitteilung 3001 und
- die damit verbundenen Aufrufe untersucht.

Dies führte zu einer Hierarchisierung der Fachkomponenten, die zugleich die Basis einer hierarchischen Dienstorientierten Softwarearchitektur bildet. Details zu den spezifizierten Diensten finden sich in Teil 2 des Dokuments.

Nachfolgend soll das Vorgehen zur Ermittlung der hierarchischen Struktur an einem Beispiel erläutert werden.

4.2. Hierarchisierung anhand eines Beispiels

Es wurde der Anwendungsfall 6.1.1.6 „Übermittlung eines Zieltextes an einen Außenanzeiger“ der VDV-Mitteilung 3001 untersucht.

An diesem Anwendungsfall sind folgende Fachkomponenten beteiligt:

- *Fahrer-MMI* (vgl. auch 5.7.1)
  Die Fachkomponente, die das GUI (grafische Benutzerschnittstelle) für den Fahrer bereitstellt, alle Informationen ermittelt die der Fahrer benötigt und alle Eingaben des Fahrers weiterleitet.
- *Fahrt-/Fahrweg-Ermittlung* (vgl. auch 5.2.1)
  Die Fachkomponente, die – anhand einer Vorgabe der Fahrers oder der Leitstelle – zur aktuell gültigen Fahrt die erforderlichen örtlichen und zeitlichen Informationen ermittelt, die diese Fahrt betreffen.
- *Fahrgast-Informations-Ermittlung* (vgl. auch 5.3.1)
  Die Fachkomponente, die, basierend auf der aktuellen Netzortung und Informationen über die aktuelle Fahrt, diejenigen Daten ermittelt, die für die Fahrgastinformation relevant sind.
- *Netzortung* (vgl. auch 5.2.2)
  Die Fachkomponente, die auf Basis der örtlichen Daten zu einer Fahrt (i. d. R. von der *Fahrt-/Fahrweg-Ermittlung*) und der *physikalischen Ortung* (GPS-Koordinate, Wegimpulszähler, Türkriterium) den aktuellen Standort im ÖV-Netz bzw. auf der aktiven Fahrt ermittelt.
- *Physikalische Ortung* (vgl. auch 5.5.6),
  Die Fachkomponente, die über *Fahrzeugschnittstellen* (Wegimpulszähler, Türsignal) bzw. zu Geräten (GPS-Empfänger) physikalische Ortungsdaten bereitstellt.
- *Fahrzeugschnittstellen* (vgl. auch 5.5.5),
  Die Fachkomponente, die anderen Diensten den Zugriff auf Fahrzeugschnittstellen ermöglicht.
- *Fahrgast-Anzeiger* (vgl. auch 5.3.2),

Die Fachkomponente, die für die öffentliche visuelle Aufbereitung der Informationen für den Fahrgast sorgt.

Die ermittelten Datenflüsse sind in Abbildung 4 dargestellt.

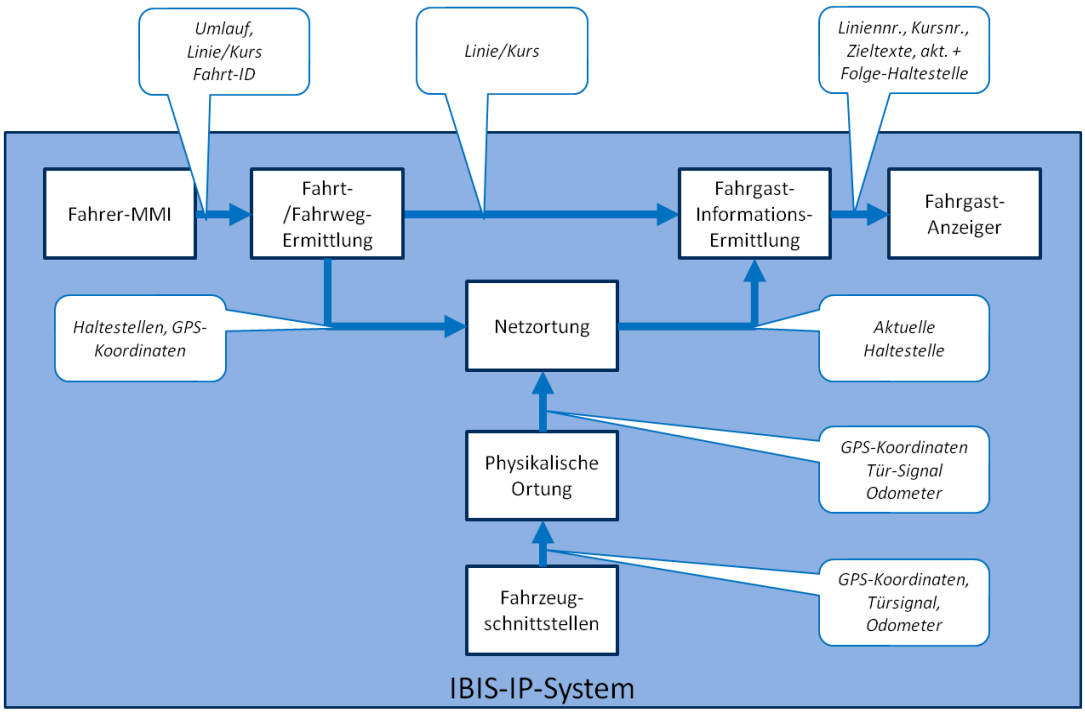

Abbildung 4: Betrachtung der Datenflüsse für den Anwendungsfall „Übermittlung eines Zieltextes an einen Außenanzeiger“. Die Datenflüsse erfolgen in Pfeilrichtung.

Mit diesem Verfahren wurde für eine Vielzahl von Anwendungsfällen die Datenflussrichtung verifiziert. Diese Betrachtung diente dabei im Wesentlichen der Überprüfung, ob die Fachkomponenten eine sinnvolle Kapselung darstellen, d. h. ob immer die gleichen oder zumindest wenige verschiedene Informationsbündel von dem betreffenden Fachkomponenten bereitgestellt werden müssen. Hieraus ließ sich weiterhin auch eine Orchestrierung für die Architektur erzeugen, die bei der Umsetzung die die Dienstorientierte Architektur notwendig gewesen ist. Beispielhaft für den oben genannten Anwendungsfall ist dieser Prozess in Abbildung 5 dargestellt.

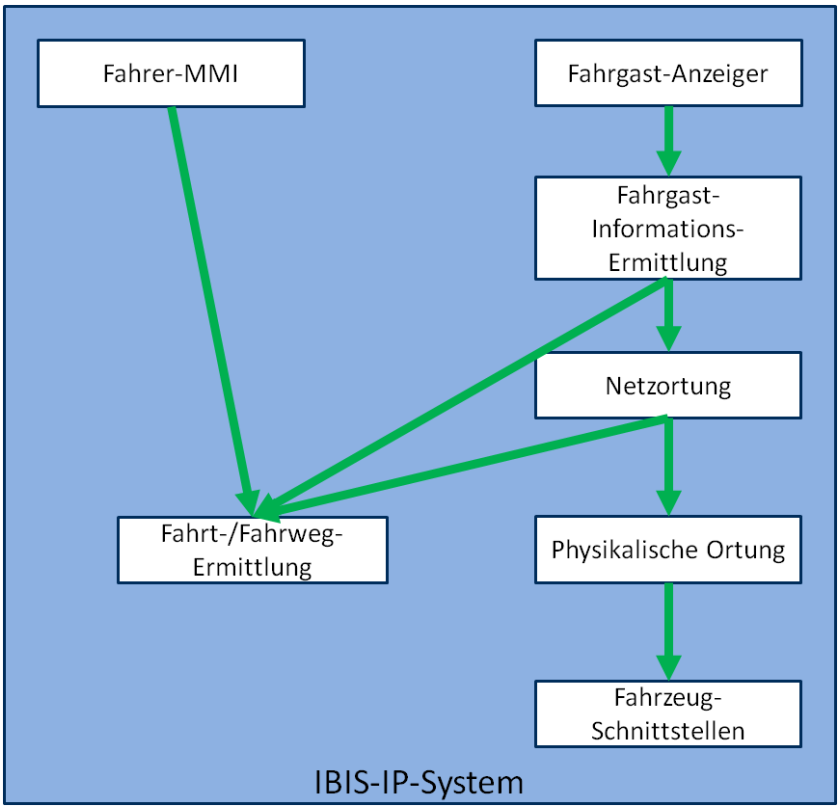

Abbildung 5: Hierarchisierung durch Ordnung der Fachkomponenten nach Aufrufrichtungen.

Dabei gilt für diese und die nachfolgenden Abbildungen:

- Weiter unten liegende Fachkomponenten stellen Daten für weiter oben liegende Fachkomponenten bereit.
- Weiter oben stehende Fachkomponenten sind also aktive Informationsnutzer (Client-Rolle), die von passiven Informationsanbietern (Server-Rolle) Daten abrufen.
- Weiter unten liegende Fachkomponenten kennen in der Regel den Dienst einer Fachkomponente, der Daten abfragt, nicht.
- Weiter oben liegende Fachkomponenten bzw. Geräte kennen die Dienste von Fachkomponenten, von denen sie Daten abrufen müssen.
- Die grünen Pfeile sind im Sinne von „nutzt Funktionalität von“ zu verstehen, also z. B. nutzt die Fachkomponente *Fahrgast-Informations-Ermittlung* eine Funktionalität des Dienstes der Fachkomponente *Fahr-/Fahrweg-Ermittlung*, die von diesem Dienst bereitgestellt wird. (nämlich die Funktionalität, die aktuelle Line/Kurs zu ermitteln, vgl. Abbildung 4)

4.3. Die IBIS-IP-Systemarchitektur

Führt man diese Untersuchung für weitere Anwendungsfälle unter Einbeziehung aller ermittelten Fachkomponenten des IBIS-IP-Systems durch, so ergibt sich daraus eine Gesamtdarstellung des Systems wie in Abbildung 6.

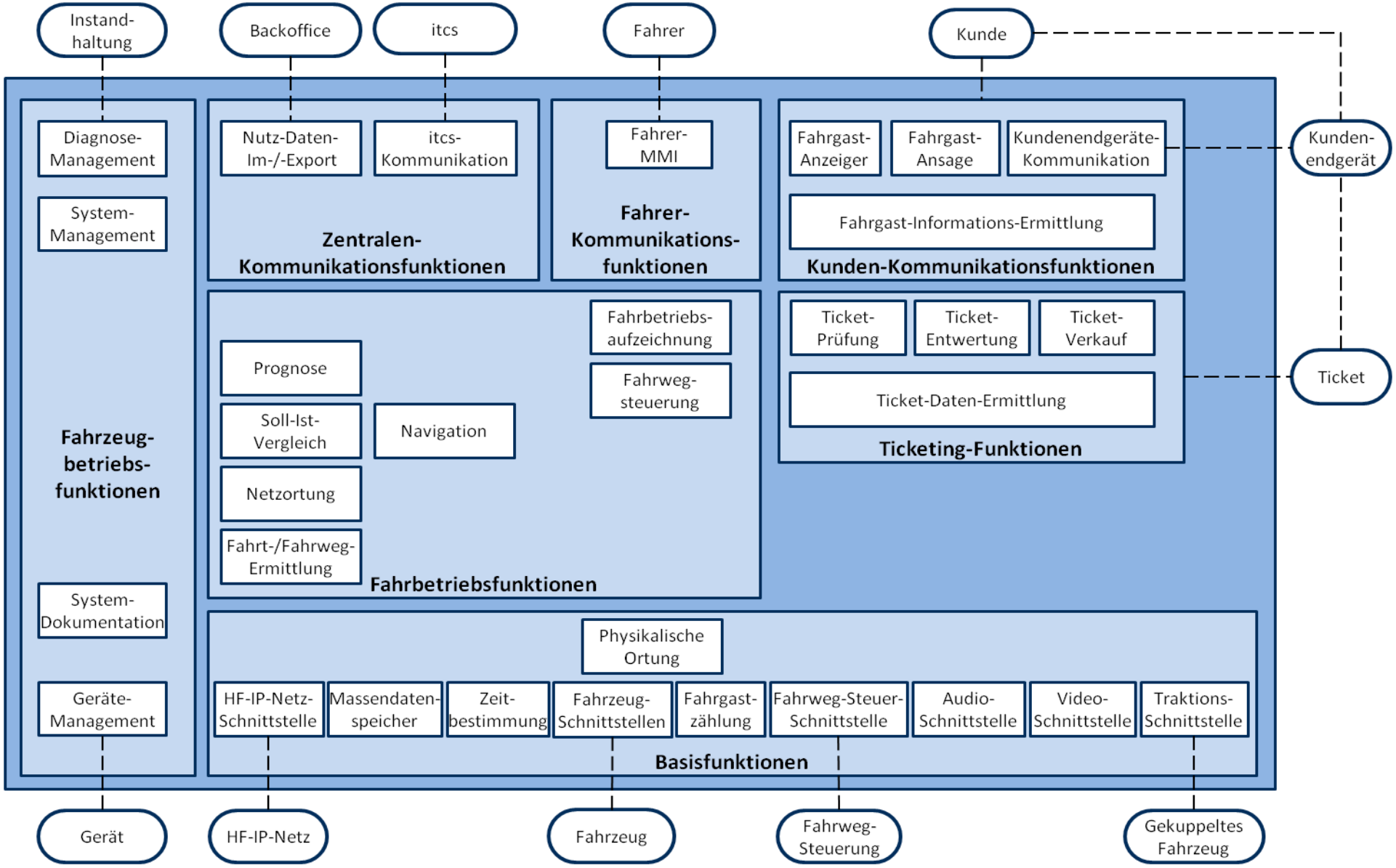

Abbildung 6: Hierarchie der Funktionsgruppen und Fachkomponenten im IBIS-IP-System.

Das mittelblaue Rechteck stellt das IBIS-IP-System dar. Die weißen Kästchen sind die Fachkomponenten. Die hellblauen Rechtecke stehen für Funktionsgruppen. Ovale Elemente außerhalb des IBIS-IP-Systems, sind Teilnehmer, mit denen das IBIS-IP-System über Schnittstellen (nicht notwendigerweise IP-Schnittstellen) kommuniziert. Dabei kann es sich um Geräte, organisatorische Einheiten oder Personen handeln.

In dieser Abbildung erscheint zusätzlich zu den in Kapitel 3.1 genannten Akteuren noch ein weiteres, gekuppeltes Fahrzeug. Da in der IBIS-IP-Architektur jedes Fahrzeug für sich ein abgeschlossenes System darstellt, handelt es sich hierbei um die Anbindung eines weiteren IBIS-IP-Systems, für welches entsprechende Schnittstellen bereitzustellen sind.

5. Funktionsgruppen

In diesem Kapitel werden die fachlichen Funktionen der Fachkomponenten erläutert. Die Beschreibung folgt dabei der funktionalen Gruppierung der Fachkomponenten, die bereits in Kapitel 3.1 verwendet wurde, also in Funktionen

- des Fahrzeugbetriebs,
- des Fahrbetriebs,
- der Kunden-Kommunikation,
- des Ticketings,
- der Zentralen-Kommunikation,
- der Fahrer-Kommunikation und
- der Basisfunktionen.

Eine detaillierte technische Beschreibung und die Überführung in Dienste erfolgt in Teil 2 dieser Schrift.

5.1. Fahrzeugbetriebsfunktionen

Zu den Fahrzeugbetriebsfunktionen gehören die Fachkomponenten, die dazu dienen, den Betrieb aller Geräte und Dienste, die zu einem IBIS-IP-System gehören, zu managen. Konkret handelt es sich um die Fachkomponenten

- Geräte-Management,
- System-Dokumentation,
- System-Management und
- Diagnose-Management.

Eine Übersicht über die zur Funktionsgruppe gehörenden Fachkomponenten findet sich in Abbildung 7.

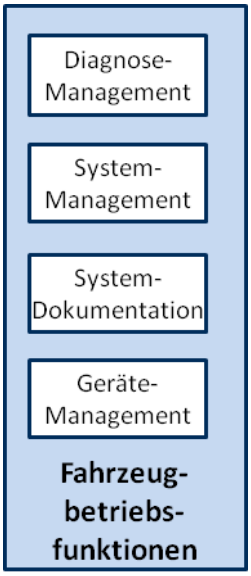

Abbildung 7: Übersicht zur Funktionsgruppe der Fahrzeugbetriebsfunktionen

Die Fachkomponenten der Fahrzeugbetriebsfunktionen steuern insbesondere den Systemstart und dienen der Überwachung des Gesamtsystems zur Laufzeit. Details zur Umsetzung von Systemstart und Systemüberwachung finden sich in Teil 2 dieser Schrift.

5.1.1. Geräte-Management

Die Fachkomponente *Geräte-Management* zeichnet sich gegenüber anderen Fachkomponenten dadurch aus,

- dass sie auf jedem Geräte eines IBIS-IP-Systems vorhanden ist und
- dass sie immer automatisch startet.

Über das *Geräte-Management* eines Gerätes werden

- weitere Dienste auf einem Gerät gestartet oder gestoppt;
- Informationen zu Zuständen aller Dienste auf dem Gerät und
- Informationen zum Zustand des Gerätes zur Verfügung bereitgestellt;
- Fehlermeldungen für das Diagnose-Management vorgehalten.

Dies erfolgt i. d. R. durch Kommunikation mit der Fachkomponente *System-Management* (vgl. 5.1.3). Jedes Gerät, das im Rahmen vom IBIS-IP durch das *System-Management* gesteuert und überwacht werden soll, muss über ein *Geräte-Management* verfügen.

5.1.2. System-Dokumentation

Die Fachkomponente *System-Dokumentation* dient

- der Erfassung,
- Protokollierung und
- Veröffentlichung

von

- Systemkonfigurationsdaten,
- Statusmeldungen und Fehlermeldungen, die den Systemstatus betreffen.

Insbesondere kann über die *System-Dokumentation* die Soll-Konfiguration eines IBIS-IP-Systems abgefragt werden.

5.1.3. System-Management

Die Fachkomponente *System-Management*

- steuert und
- überwacht

das IBIS-IP-System

- beim Starten,
- während des Betriebs und
- beim Beenden.

Im Falle einer Fehlfunktion eines Dienstes können entsprechende Maßnahmen (Neustart bzw. Stopp des fehlerhaften Dienstes, Start eines Alternativ-Dienstes, Benachrichtigung anderer Dienste) durch das *System-Management* eingeleitet werden. Darüber hinaus erlaubt das *System-Management* dem Service-Personal über eine geeignete Schnittstelle zum *Diagnose-Management* (vgl. 5.1.4) in das laufende IBIS-IP-System beobachtend oder steuernd einzugreifen.

5.1.4. Diagnose-Management

Der Fachkomponente *Diagnose-Management*

- stellt die Schnittstelle zwischen dem Werkstattpersonal und dem IBIS-IP-System dar.

Dazu stellt sie ein Webinterface zur Verfügung, über das in menschenlesbarer Form

  - der Status aller Geräte und
  - der Status aller Dienste angezeigt wird sowie
  - Dienste manuell gestartet oder gestoppt werden können.

Dies erfolgt über eine Schnittstelle zwischen dem *Diagnose-Management* und dem *System-Management*.

Weiter kann

- die Konfiguration des IBIS-IP-Systems und einzelner Geräte geändert werden.

Dies erfolgt über eine Schnittstelle zur *System-Dokumentation* bzw. zu den einzelnen Geräten.

Des Weiteren kann über das *Diagnose-Management* auf ggf. vorhandene optionale geräte- oder dienstspezifische Service-Web-Interfaces zugegriffen werden.

5.2. Fahrbetriebsfunktionen

Die Fahrbetriebsfunktionen umfassen innerhalb des IBIS-IP-Systems die Fachkomponenten, die für die Durchführung des Fahrbetriebs im öffentlichen Verkehr bedeutsam sind.

So werden in dieser Funktionsgruppe aufgrund von Fahrplandaten die für Anzeiger, Betriebsleitsysteme oder Ticketing notwendigen Informationen in Abhängigkeit von zeitlicher und räumlicher Ortung im ÖV-Netz ermittelt und innerhalb von IBIS-IP abnehmen-

den Diensten zur Verfügung gestellt. Eine Übersicht über die zur Funktionsgruppe gehörenden Fachkomponenten findet sich in Abbildung 8.

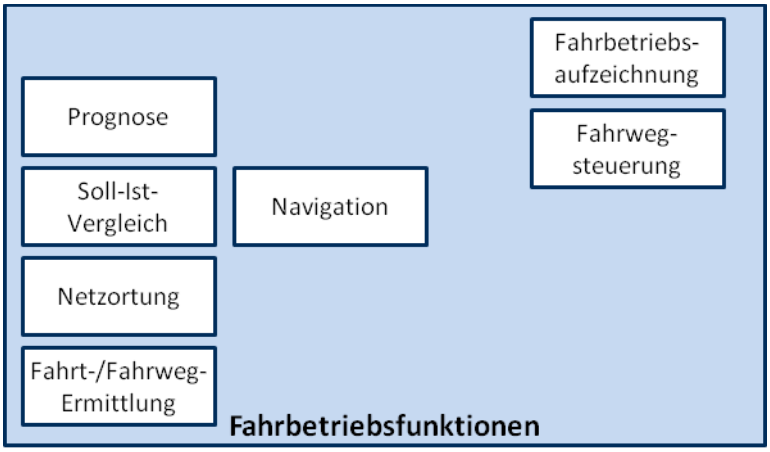

Abbildung 8: Übersicht zur Funktionsgruppe der Fahrbetriebsfunktionen.

5.2.1. Fahrt-/Fahrweg-Ermittlung

Die Fachkomponente *Fahrt-/Fahrweg-Ermittlung*

- ermittelt anhand einer Fahrt-Identifikation alle relevanten Soll-Daten zu dieser Fahrt

und kann diese dann wahlweise

- an den **anfragenden Dienst** übergeben (z. B. wenn Daten über das Fahrer-MMI nur zu Informationszwecken abgefragt werden) oder
- **als aktuell systemweit gültige Fahrt verwenden.** (z. B. wenn über das *Fahrer-MMI* oder das itcs eine neue Fahrt eingestellt wird)

5.2.2. Netzortung

Die Fachkomponente *Netzortung* dient dazu,

- die aktuelle Ist-Position im Netz zu ermitteln.

Dies geschieht i. d. R. auf Basis von

- Soll-Daten der *Fahrt-/Fahrweg-Ermittlung* (vgl. 5.2.1) und
- Ist-Informationen der *Physikalischen Ortung* (vgl. 5.5.6).

5.2.3. Soll-Ist-Vergleich

Die Fachkomponente *Soll-Ist-Vergleich* dient dazu, durch Vergleich der Ist-Position eines Fahrzeugs mit der Soll-Position des Fahrzeugs laut Fahrplan

- die Fahrplanlage (Verfrühung, Verspätung) eines Fahrzeugs zu ermitteln.

5.2.4. Prognose

Die Fachkomponente *Prognose* dient dazu,

- die prognostizierten Ankunfts- und Abfahrtszeiten an nachfolgenden Haltestellen zu ermitteln.

Dies geschieht im einfachsten Fall unter Berücksichtigung den Soll-Daten der Fahrt und unter Berücksichtigung der aktuellen Fahrplanlage. Die Qualität dieser Prognose ist abhängig davon, wie gut die Solldaten die reale Situation abbilden kann. Es ist nicht Sa-

che dieser VDV-Schrift zu definieren, wie die Prognose optimal ermittelt werden kann. Dies muss projektspezifisch festgelegt werden.

5.2.5. Fahrbetriebsaufzeichnung

Die Fachkomponente *Fahrbetriebsaufzeichnung* dient dazu,

- relevante Betriebsereignisse aus dem Fahrbetrieb aufzuzeichnen und mit aktuellen Netz- und Positionsinformationen zu verknüpfen.

Dadurch kann z. B. ein Fahrgastzählungsdatensatz mit der zugehörigen Haltestelle verknüpft werden. Es ist nicht Sache dieser VDV-Schrift zu definieren, mit welcher Häufigkeit diese Daten aufgezeichnet werden müssen. Dies muss projektspezifisch festgelegt werden.

5.2.6. Navigation

Die Fachkomponente *Navigation* dient dazu,

- Navigationsinformationen zur aktuellen Fahrt zu ermitteln.

Dies erfolgt unter Berücksichtigung der Fahrweginformationen zur aktuellen Fahrt, die entweder auf dem Fahrzeug oder in der Leitstelle ermittelt wurden. Es ist nicht Sache dieser VDV-Schrift zu definieren, mit welcher Qualität diese Ermittlung erfolgen muss. Dies muss projektspezifisch festgelegt werden.

5.2.7. Fahrwegsteuerung

Die Fachkomponente *Fahrwegsteuerung* dient dazu

- Informationen zu erforderlichen Fahrwegsteuerungsmaßnahmen (LSA-Steuerung, Weichen-Steuerung etc.) zu ermitteln.

Dies erfolgt i. d. R. auf Basis der Fahrwegdaten der aktuellen Fahrt und den Informationen über den aktuellen Standort. Es ist nicht Sache dieser VDV-Schrift zu definieren, mit welcher örtlichen Genauigkeit die erfolgen muss. Dies muss projektspezifisch festgelegt werden.

5.3. Kunden-Kommunikationsfunktionen

Die Fachkomponenten der Funktionsgruppe der Kunden-Kommunikationsfunktionen dienen entweder der öffentlichen Fahrgastinformation (Anzeiger, Ansage) oder ermöglichen es einem Fahrgast individuelle Informationen abzurufen (z. B. Umsteigemöglichkeiten) oder zu übermitteln (z. B. einen Haltewunsch). Die Schnittstelle an sich ist in der VDV-Schrift 431-2 spezifiziert. In der Abbildung 9 findet sich eine Übersicht über die in der Funktionsgruppe zusammengefassten Fachkomponenten.

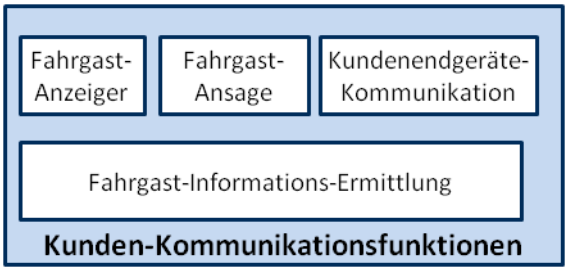

Abbildung 9: Übersicht zur Funktionsgruppe der Kunden-Kommunikationsfunktionen.

5.3.1. Fahrgast-Informations-Ermittlung

Die Fachkomponente *Fahrgast-Informations-Ermittlung*

- ermittelt alle für die Fahrgastinformation relevanten Informationen und
- stellt die Quelle aller Fahrgastinformationsdaten (sowohl öffentlicher wie individueller) dar, die in einem IBIS-IP-System übermittelt werden.

Eine solche einheitliche Quelle ist notwendig, um Inkonsistenzen in der Fahrgastinformation zu verhindern, die entstehen könnten, wenn Fahrgastinformationsgeräte eigenständig Daten von verschiedenen Datenquellen abrufen würden.

5.3.2. Fahrgast-Anzeiger

Bei der Fachkomponente *Fahrgast-Anzeiger* handelt es sich um ein Gerät zur visuellen, kollektiven Fahrgastinformation.

Auf dem *Fahrgast-Anzeiger* läuft eine Software,

- die anzuzeigende Fahrgastinformationen von der *Fahrgast-Informations-Ermittlung* (vgl. 5.3.1) abruft und diese optisch aufbereitet.

Für das Gerät selbst gelten weiterhin die Aussagen des Kapitels 5.1.1.

5.3.3. Fahrgast-Ansage

Bei der Fachkomponente *Fahrgast-Ansage* handelt es sich um ein Gerät zur akustischen, kollektiven Fahrgastinformation.

Auf dem *Fahrgast-Ansage*-Gerät läuft eine Software,

- die die erforderlichen Ansage-Informationen von der *Fahrgast-Informations-Ermittlung* abruft und diese akustisch wiedergibt.

Für das Gerät selbst gelten weiterhin die Aussagen von Kapitel 5.1.1.

5.3.4. Kundenendgeräte-Kommunikation

Die Fachkomponente *Kundenendgeräte-Kommunikation* dient dazu

- eine bidirektionale Schnittstelle zwischen der *Fahrgast-Informations-Ermittlung* und den Kundenendgeräten anzubieten.

Über diese Schnittstelle werden z. B. Fahrgastinformationen vom Fahrzeug auf das Kundenendgerät übertragen und ein Haltewunsch vom Kundenendgerät zum Fahrzeug. Grundsätzlich stellt diese Schnittselle eine bidirektionale Kommunikation für zukünftige Entwicklungen oder Bedürfnisse der Fahrgäste bereit.

5.4. Ticketing-Funktionen

In der Funktionsgruppe der Ticketing-Funktionen sind alle Fachkomponenten zusammengefasst, die dem Verkauf, der Prüfung oder der Entwertung von elektronischen und Papier-Tickets dienen. Die dafür vorgesehenen Fachkomponenten finden sich in der Abbildung 10.

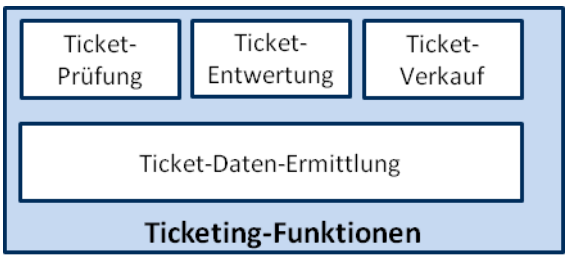

Abbildung 10: Übersicht zur Funktionsgruppe der Ticketing-Funktionen

5.4.1. Ticket-Daten-Ermittlung

Die Fachkomponente *Ticket-Daten-Ermittlung* ermittelt alle für das Ticketing relevanten Informationen unter Berücksichtigung des aktuellen Standortes im Netz und den in diesem Netz gültigen Tarifdaten. sie stellt diese allen Teilnehmern in IBIS-IP zur Verfügung. Weiterhin ist die *Ticket-Daten-Ermittlung* in der Lage, anhand gegebener Daten zu überprüfen, ob ein Ticket gültig ist oder nicht.

5.4.2. Ticket-Prüfung

Bei der Fachkomponente *Ticket-Prüfung* handelt es sich um ein Gerät, welches anhand der vom Ticket gelesenen Daten unter Einbeziehung der *Ticket-Daten-Ermittlung* in der Lage ist, die Gültigkeit eines Tickets zu prüfen.

Für das Gerät selbst gelten weiterhin die Aussagen von Kapitel 5.1.1.

5.4.3. Ticket-Entwertung

Bei der Fachkomponente *Ticket-Entwertung* handelt es sich um ein Gerät, welches anhand der von der Fachkomponente *Ticket-Daten-Ermittlung* gelieferten Daten in der Lage ist, ein Ticket zu entwerten. In den einfachsten Fällen kann dies durch einen entsprechenden Stempelaufdruck geschehen. In komplexeren Fällen können auch entsprechende Informationen der *Ticket-Daten-Ermittlung* geschrieben werden.

Für das Gerät selbst gelten weiterhin die Aussagen von Kapitel 5.1.1.

5.4.4. Ticket-Verkauf

Die Fachkomponente *Ticket-Verkauf* wird durch ein Verkaufsgerät repräsentiert und beinhaltet folgende Funktionen:

- Bereitstellen eines MMI zum Verkauf von Tickets.

Die für den Verkauf notwendigen Informationen bezieht das Gerät von der Fachkomponente *Ticket-Daten-Ermittlung*.

Für das Gerät gelten weiterhin die Aussagen von Kapitel 5.1.1.

5.5. Basisfunktionen

Die Funktionsgruppe der Basisfunktionen umfasst in IBIS-IP sämtliche Fachkomponenten, die entweder eine Schnittstelle zu Peripheriegeräten bereitstellen oder die grundlegende Informationen mit geringer fachlicher Komplexität liefern. In der Abbildung 11 findet man eine Darstellung dieser Funktionsgruppe.

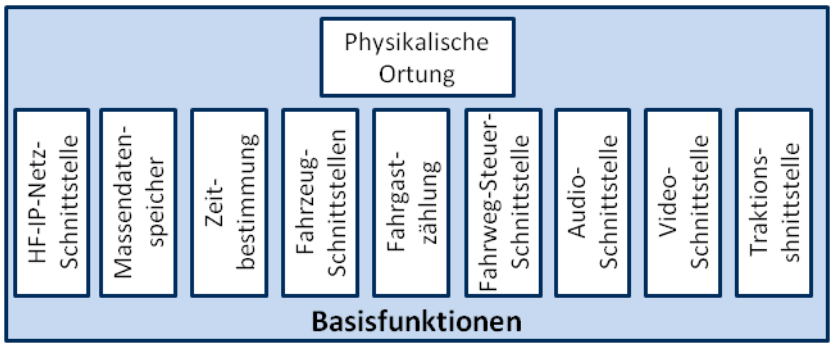

Abbildung 11: Übersicht zur Funktionsgruppe der Basisfunktionen.

5.5.1. HF-IP-Netz-Schnittstelle

Die Fachkomponente *HF-IP-Netz-Schnittstelle* dient dazu,

- eine Schnittstelle zwischen dem IBIS-IP-Netz und einem HF-Netz bereitzustellen.

Unter HF-Netz werden dabei sowohl analoge, digitale und IP-Datenfunk-Systeme verstanden.

5.5.2. Massendatenspeicher

Die Fachkomponente *Massendatenspeicher* dient dazu,

- Daten zu speichern, zu schreiben und zu lesen.

Dazu können z. B. Daten eines Videosystems genauso gehören wie Fahr- und Netzplandaten, die aus dem Backoffice auf das Fahrzeug übertragen werden.

5.5.3. Zeitbestimmung

Die Fachkomponente *Zeitbestimmung* dient der

- Ermittlung der genauen Uhrzeit und
- der Bereitstellung eines Zeitservers zur Synchronisierung der Uhrzeiten zwischen den teilnehmenden Geräten eines IBIS-IP-Systems.

5.5.4. Fahrgastzählung

Bei der Fachkomponente *Fahrgastzählung* handelt es sich um ein Gerät, das dazu dient

- Ein- und Aussteigerzahlen bzw.
- Besetztgrade zu erfassen und zur Verfügung zu stellen.

Für das Gerät selbst gelten weiterhin die Aussagen von Kapitel 5.1.1.

5.5.5. Fahrzeugschnittstellen

Die Fachkomponente *Fahrzeugschnittstellen* dient dazu

- Schnittstellen zwischen IBIS-IP-Netz und Informationen fahrzeuginterner Kommunikationssysteme (wie z. B. MVB, BusFMS, Odometer, Türsignal) bereitzustellen.

Für die Bezeichnung der Fachkomponente wurde bewusst die Pluralform gewählt, weil es sich fachlich wie technisch um mehrere Schnittstellen handeln kann.

5.5.6. Physikalische Ortung

Die Fachkomponente *Physikalische Ortung* dient dazu,

- Geo-Koordinaten zu ermitteln,
- Entfernungen bzw. Odometer-Impulse zu ermitteln und
- ortungsrelevante Informationen (Bakeninformationen) zu ermitteln.

5.5.7. Fahrweg-Steuer-Schnittstelle

Die Fachkomponente *Fahrweg-Steuer-Schnittstelle* dient dazu,

- eine Schnittstelle zwischen dem IBIS-IP-System und dem Gerät zur Fahrwegsteuerung anzubieten.

Geräte zur Fahrwegsteuerung können z. B. Analog-Funkgeräte oder Geräte zur induktiven Meldungsübertragung (IMUs) sein.

5.5.8. Traktionsschnittstelle

Die Fachkomponente *Traktionsschnittstelle* dient dazu,

- eine Kommunikationsverbindung zwischen den IBIS-IP-Systemen in zwei oder mehreren gekuppelten Fahrzeugen bereitzustellen.

Dabei sei darauf hingewiesen, dass IBIS-IP die Einzelfahrzeuge als abgeschlossene Netzwerke behandelt. Eine Auflösung der Traktions-Informationen und Behandlung muss von dieser Schnittstelle geleistet werden.

5.5.9. Audio-Schnittstelle

Die Fachkomponente *Audio-Schnittstelle* dient dazu

- Funktionalitäten für die IP-basierte Audiokommunikation im System bereitzustellen.

Hierbei besteht selbstverständlich eine enge Verbindung zu den Ansagegeräten, wie z. B. einer ELA.

5.5.10. Video-Schnittstelle

Der Fachkomponente *Video-Schnittstelle* dient dazu

- Funktionalitäten für die IP-basierte Videokommunikation im System bereitzustellen

5.6. Zentralen-Kommunikationsfunktionen

Die Funktionsgruppe der Zentralen-Kommunikationsfunktionen stellt im IBIS-IP Funktionen zur Verfügung, die einen Informationsaustausch zwischen Fahrzeug und einer Zentrale ermöglichen. Hier ist in erster Linie die Kommunikation zur Betriebsleitstelle zu sehen. Aber auch die Übermittlung von Software-, Firmware- oder Datenupdates wird von den Fachkomponenten dieser Funktionsgruppe gewährleistet. Die dafür benötigten Fachkomponenten findet man in Abbildung 12.

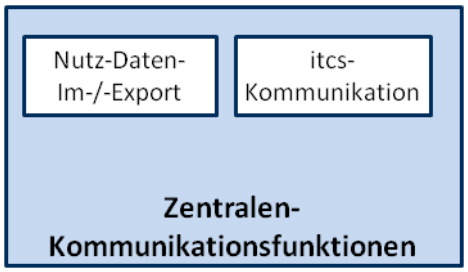

Abbildung 12: Übersicht zur Funktionsgruppe der Zentralen-Kommunikationsfunktionen.

5.6.1. Nutz-Daten-Im-/Export

Die Fachkomponente *Nutz-Daten-Im-/Export* dient dazu,

- zwischen Fahrzeug und einem Zentralensystem Daten wie z. B.
  - Firmware-Updates,
  - Fahrplandaten,
  - Ticketing-Daten,
  - Diagnose-Daten,
  - Logging-Daten,
  - etc.

  auszutauschen.

5.6.2. itcs-Kommunikation

Die Fachkomponente *itcs-Kommunikation* dient dazu,

- aktuell betrieblich relevante Informationen mit dem itcs auszutauschen.

Es ist nicht Sache dieser VDV-Schrift, die Luftschnittstellen zwischen dem Fahrzeug und der Zentrale zu standardisieren, sondern lediglich der notwendigen Daten für den Datenaustausch zwischen Fahrzeug und Zentrale.

5.7. Fahrer-Kommunikationsfunktionen

Die Funktionsgruppe der Fahrer-Kommunikationsfunktionen stellt die Fachkomponente(n) zur Verfügung, die für eine Interaktion zwischen dem Fahrer und dem IBIS-IP-System notwendig sind (siehe Abbildung 13).

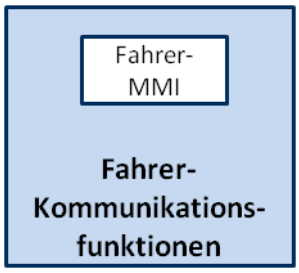

Abbildung 13: Übersicht zur Funktionsgruppe Fahrer-Kommunikationsfunktionen.

5.7.1. Fahrer-MMI

Die Fachkomponente *Fahrer-MMI* ist,

- die Schnittstelle zwischen dem IBIS-IP-System und dem Fahrer.

Sie ermöglicht

- Eingaben des Fahrers und

- die Darstellung von Informationen zum betrieblichen (aktuelle Netzposition, Verspätungslage, Weisungen und Meldungen, etc.) oder funktionalen Zustand (Fehlermeldungen von Geräten o. ä.) des Systems in textlicher oder grafischer Form

6. Systemsicherheit

Das IBIS-IP-System verfügt über eine Reihe von Schnittstellen, über die es an andere Teilnehmer angebunden ist (vgl. Kapitel 4.3). Es könnte damit potentiell sowohl andere Systeme stören als auch von diesen gestört werden.

Um Störungen des IBIS-IP-Systems von außen zu unterbinden, ist das IBIS-IP mit den zeitgemäßen adäquaten Sicherheitsmechanismen gegen ein Eindringen Unberechtigter zu schützen.

Um eine Störung sicherheitsrelevanter Komponenten (z. B. Fahrzeug-Bremssystem) zu unterbinden, sind Schnittstellen zu diesen Systemen unidirektional oder im Falle von bidirektionaler Kommunikation so auszuführen, dass eine Störung sicherheitsrelevanter Komponenten ausgeschlossen ist.

7. Kommunikation mit Diensten

Bei der eingehenderen Betrachtung einzelner Fachkomponenten zeigt sich, dass man die übertragenen Informationen in aller Regel zwei verschiedenen Gruppen zuordnen kann:

- Es gibt Informationen, die sich in aller Regel in sehr kurzen (<1s) Zeitabständen ändern und bei denen ein schneller und gleichzeitiger Transport der Information zu den Konsumenten wichtiger ist als eine sichere Informationsübertragung. (siehe VDV-Schrift 301-2, Kapitel 4)
- Im Gegensatz hierzu gibt es Informationen, die sich selten (>1s) ändern. Wenn sie sich aber ändern, muss sichergestellt sein, dass auch alle Konsumenten von dieser Änderung zuverlässig erfahren. (siehe VDV-Schrift 301-2, Kapitel 4)

Mit Blick auf die IP-Standardprotokolle aus der OSI-Schicht 4 ergibt sich daraus die Schlussfolgerung, dass für die sich rasch ändernden Informationen aufgrund der gleichzeitigen Übertragung an viele Teilnehmer das UDP-Protokoll am geeignetsten ist, für die dauerhafteren Informationen aufgrund der Übertragungssicherheit hingegen das TCP-Protokoll.
Durch die Verwendung des UDP-Protokolls für die sich schnell ändernden Informationen, wird sichergestellt, dass diese Informationen gleichzeitig an alle Konsumenten verteilt werden. Um die Kompatibilität zum IP-Protokoll IPv6 zu gewährleisten, ist auf Broadcast-Mechanismen zu verzichten und stattdessen UDP-Multicast zu verwenden (siehe VDV-Schrift 301-2, Kapitel 4)).
Bei einer eingehenderen Betrachtung der Aufgaben und Kommunikationsabläufe mit längerfristigen Informationen zeigte sich, dass das auf das TCP-Protokoll aufsetzende HTTP-Protokoll viel Funktionalität mitbringt, die für diese Abläufe notwendig sind. Daher ist festgelegt, dass für die übertragungssichere Kommunikation innerhalb von IBIS-IP das HTTP-Protokoll zum Einsatz kommt.

Es ist darüber hinaus durchaus denkbar, dass auch noch andere IP-basierte Kommunikationsprotokolle zum Einsatz kommen könnten (z. B. SNTP für die Zeitsynchronisation oder für das Streamen von Audio- und Videodaten das RTP-Protokolls). Diese werden aber in dieser Ausgabe noch nicht spezifiziert.

7.1. Strukturierung der Informationsinhalte

Da alle derzeit etablierten Schnittstellenbeschreibungen im Bereich des ÖPNV (z. B. SIRI, VDV-Schrift 453, VDV-Schrift 454) auf das XML-Format aufbauen, ist für die Übertragung von Informationen zwischen zwei Diensten in IBIS-IP ebenfalls das XML-Format zu verwenden. Dies trifft auch auf die Schnittstelle der im Rahmen von IP-KOM-ÖV entwickelten Architektur für mobile Applikationen zu (siehe VDV-Schrift 431-2). Zur Homogenisierung der Daten aus den Auskunftssystemen wurde bei der Umsetzung der XML-Strukturen auch auf den SIRI Standard [5] geachtet.

8. Begriffe

Begriff	Beschreibung
Audio-Schnittstelle	Fachkomponente in IBIS-IP, die eine IP-basierte Sprach-Kommunikation zwischen Kunden und Fahrer bzw. Leitstelle ermöglicht.
Bakenortung	Auf Basis definiert räumlich feststehender Ortungspunkte (Baken) kann ein Fahrzeug beim Vorbeifahren Rückschlüsse auf die derzeitige Position dem Fahrzeugsystem zurückgeben.
Basisfunktionen	Überbegriff in IBIS-IP, der die Fachkomponenten zusammenfasst, welche Grundfunktionen des Fahrzeugs verfügbar macht.
Bordrechner	Ist im Zeitalter des IBIS der zentrale Steuerrechner (IBIS-Master) gewesen. In moderneren Kommunikationsarchitekturen kann es sich dabei auch nur über ein MMI handeln.
Client/Server	Beziehung von Informationsträgern bzw. Empfängern innerhalb eines Netzwerkes.
Daten-Import/Export	Fachkomponente im IBIS-IP, die eine Kommunikation zwischen "Backoffice" und Fahrzeug zum Austausch von Dateien zur Verfügung stellt.
Diagnose-Management	Fachkomponente in IBIS-IP, welche die gesamte Bedien- und Informationsschnittstelle zum Werkstattpersonal abwickelt.
Dienst	Ein Dienst bzw. Service stellt ein Stück Software dar, das fachlich zusammengehörige Funktionalitäten kapselt und über eine spezifizierte Schnittstelle zur Verfügung stellt. Neben der fachlichen Funktionalität richtet sich die Festlegung des Funktionsumfangs eines Dienstes auch danach, welche Daten zusammen gehören oder von welcher Quelle die Daten stammen. Die Begriffe Dienst und Service werden synonym verwendet.
Dienstorientierte Architektur	Dies beschreibt eine Systemarchitektur, die unabhängig vom Kommunikationsmedium Informationen gekapselt und in Diensten austauschen kann.
Ethernet	Basis-Netzwerktechnologie zur Kommunikation in Rechnernetzen.

Fachkomponente	Eine Fachkomponente stellt eine fachliche Kapselung einer Funktionalität unabhängig von der Art und Weise ihrer Umsetzung dar. Eine Fachkomponente kann u. a. • eine abstrakte Schnittstelle zu einem anderen System oder Gerät, • eine Applikation, • ein Dienst oder • ein Gerät sein.
Fachlichkeit	Die Fachlichkeit sind die Teile des bzw. eines Systems mit konkret benennbaren fachlichen Aufgaben, wie z.B. „Ticket entwerten“.
Fahrbetriebsaufzeichnung	Fachkomponente in IBIS-IP, welche die Aufzeichnung von Daten des Fahrbetriebs (z.B. Fahrprofildaten, Fahrgastzählung) übernimmt.
Fahrer-MMI	Fachkomponente in IBIS-IP, welche die gesamte Bedien- und Informationsschnittstelle zum Fahrer abwickelt.
Fahrer-Kommunikation	Überbegriff in IBIS-IP, der die Fachkomponenten zusammenfasst, welche eine Interaktion zwischen Fahrer und IBIS-IP ermöglichen.
Fahrgast-Ansage	Fachkomponente in IBIS-IP, die akustische Informationen an den Fahrgast bearbeitet.
Fahrgast-Anzeige	Fachkomponente in IBIS-IP, die visuelle Informationen an den Fahrgast bearbeitet.
Fahrgast-Informations-Ermittlung	In IBIS-IP dient die Fahrgast-Informations-Ermittlung als Informationsquelle für alle Arten der Fahrgastinformation. Weitergegeben werden für die Fahrgastinformation aufbereitete Daten.
Fahrgastzählung	Fachkomponente in IBIS-IP, die Ein- und Aussteigerzahlen oder Besetztgrade ermittelt und als Information zur Verfügung stellt.
Fahrt-/Fahrweg-Ermittlung	Fachkomponente im IBIS-IP, die die aktuelle Fahrt bzw. den aktuellen Fahrweg, sowie alle dazugehörigen Daten, die einer Fahrt bzw. einem Fahrweg zugeordnet sind, ermittelt.
Fahrweg-Steuer-Schnittstelle	Fachkomponente in IBIS-IP, welche eine Schnittstelle zur Fahrwegsteuerung zur Verfügung stellt.
Fahrwegsteuerung	Beschreibt die Funktion der Fahrzeuge des ÖV Einfluss auf die Sig-

	nalanlagen (u. a. Ampeln) oder Weichensteuerung vornehmen zu können.
Fahrweg-Steuerung	Fachkomponente in IBIS-IP, welche in Abhängigkeit vom aktuellen Standort und der Solldatenversorgung Fahrwegsteuerungen initiiert.
Fahrzeugbetriebsfunktionen	Funktionsgruppe in IBIS-IP, welche die Dienste zusammenfasst, die mit dem Aufbau und dem Betrieb des IBIS-IP-Netzwerkes im Fahrzeug zusammenhängen.
Fahrzeug-Schnittstellen	Fachkomponente in IBIS-IP, welche Nicht-IBIS-IP-Fahrzeugdaten aus anderen im Fahrzeug vorhandenen Quellen IBIS-IP zur Verfügung stellt.
Funktionsgruppe	Eine Funktionsgruppe fasst fachlich zusammengehörige Fachkomponenten unter einem Oberbegriff zusammen.
Gateway	Ein Gateway ist eine Verknüpfung zweier zumeist unterschiedlicher Netzwerke. Diese Verknüpfung kann rein physikalisch aber auch softwaretechnisch umgesetzt sein.
Geräte-Management	Fachkomponente im IBIS-IP, der eine Schnittstelle zur Steuerung und Überwachung eines *Gerätes* zur Verfügung stellt.
HF-IP-Netz-Schnittstelle	Dienst im IBIS-IP, der eine Schnittstelle zwischen Fahrzeug-IP-Netzwerk und einem HF-IP-Netzwerk (UMTS, WLAN, GPRS u.ä.) zur Verfügung stellt.
IBIS	Das Integrierte-Bord-Informations-System ist ein alter Kommunikationsstandard zum Austausch von Fahrgastinformationen (siehe [1])
IBIS-IP	Internet Protokoll-basierter Nachfolgestandard von IBIS nach VDV 300
IBIS-System	Ein Master/Slave basiertes Netzwerk auf Fahrzeugen zur Fahrgastinformation im ÖV. (siehe [1])
IBIS-Wagenbus	Kommunikationsmedium auf Basis von IBIS. (siehe [1])
itcs-Kommunikation	Fachkomponente im IBIS-IP, die eine Kommunikation zwischen itcs und Fahrzeug bereitstellt.
Komponente	Eine Komponente ist aus Sicht des IBIS(-IP) Systems ein Teilnehmer an der Netzwerkkommunikation.
Kundenendgerät	Dies können einfache Handys, Smartphones/PDA, Navigationsgeräte oder Notebooks sein.

Kundenendgeräte-Kommunikation	Fachkomponente in IBIS-IP, welche die gesamte Bedien- und Informationsschnittstelle zum mobilen Kundenendgerät abwickelt.
Kunden-Kommunikationsfunktionen	Überbegriff in IBIS-IP, der die Dienste zusammenfasst, welche direkt mit der Kunden-Kommunikation zusammenhängen.
Massendatenspeicher	Fachkomponente im IBIS-IP, die die Speicherung und das Zur-Verfügung-Stellen von Dateien übernimmt.
Master/Slave-Architektur	Beschreibt eine spezielle Art und Weise für die Kommunikation innerhalb eines Netzwerkes. Dabei Koordiniert der Master die Kommunikationsabläufe der restlichen Teilnehmer (Slaves).
Navigation	Fachkomponente im IBIS-IP, die Informationen für den Fahrer zur Wegfindung im Verkehrsnetz zur Verfügung stellt.
Netzortung	Fachkomponente im IBIS-IP, die Informationen über die aktuelle Position auf dem Fahrweg zur Verfügung stellt.
Nutz-Daten-Im-/Export	Fachkomponente im IBIS-IP, die eine Kommunikation zwischen "Backoffice" und Fahrzeug zum Austausch von Dateien zur Verfügung stellt.
Operation	Dienste stellen ihre Funktionalitäten über eine Reihe von Operationen bereit.
Orchestrierung	Ordnung von Diensten innerhalb einer Dienstorientierten Architektur.
OSI-Schicht	International standardisierte Definition von Netzwerkprotokollen auf Basis von sieben Schichten.
Physikalische Ortung	Fachkomponente im IBIS-IP, die fahrwegunabhängige Informationen zur Ortsbestimmung zur Verfügung stellt.
Prognose	Fachkomponente im IBIS-IP, die Voraussagen für die Ankunfts- und Abfahrtszeiten sowie Umsteigebeziehungen an nachfolgenden Haltestellen der aktuellen und ggf. Folgefahrt ermittelt.
Service	Ein Dienst bzw. Service stellt ein Stück Software dar, das fachlich zusammengehörige Funktionalitäten kapselt und über eine spezifizierte Schnittstelle zur Verfügung stellt. Neben der fachlichen Funktionalität richtet sich die Festlegung

	des Funktionsumfangs eines Dienstes auch danach, welche Daten zusammen gehören oder von welcher Quelle die Daten stammen. Die Begriffe Dienst und Service werden synonym verwendet.
Soll-Ist-Vergleich	Fachkomponente im IBIS-IP, die die zeitliche Abweichung zwischen der aktuellen und der geplanten Fahrplanlage bestimmt.
Streamen	Das Transporten von digitalen Video oder Audio Daten über ein Netzwerk.
Systemarchitektur	Zeigt die Verknüpfung von Entitäten die gegenseitig zur Kommunikation bereit stehen müssen.
System-Dokumentation	Fachkomponente im IBIS-IP, die die Daten der Systemkonfiguration speichert und bereitstellt.
System-Management	Fachkomponente im IBIS-IP, die die Gesamtsteuerung der Dienste und Geräte in IBIS-IP übernimmt.
Ticket-Entwertung	Fachkomponente in IBIS-IP, die eine Schnittstelle für Fahrscheinentwertungssysteme zur Verfügung stellt.
Ticketing	Überbegriff in IBIS-IP, der die Fachkomponenten zusammenfasst, welche direkt mit dem Ticketing zusammenhängen.
Ticket-Prüfung	Fachkomponente in IBIS-IP, die eine Schnittstelle für Fahrscheinprüfungssysteme zur Verfügung stellt.
Ticket-Verkauf	Fachkomponente in IBIS-IP, die eine Schnittstelle für Fahrscheinverkaufssysteme zur Verfügung stellt.
Traktions-Schnittstelle	Fachkomponente in IBIS-IP, die eine Schnittstelle für die Konfiguration und Kommunikation zur Verfügung stellt, wenn zwei oder mehr Fahrzeuge gekuppelt sind.
Video-Schnittstelle	Fachkomponente im IBIS-IP, die die Übertragung von Videodaten auf IP-Basis im System ermöglicht.
XML-Struktur	Beschreibt den „Quellcode“ auf Basis eines definierten Formates hier XML.
Zeitbestimmung	Fachkomponente in IBIS-IP, welcher Zeitinformationen ermittelt und zur Verfügung stellt.

Zentralen-Kommunikationsfunktionen	Überbegriff in IBIS-IP, der die Fachkomponenten zusammenfasst, welche eine Kommunikation zu den Hintergrundsystemen außerhalb des Fahrzeuges ermöglichen.

9. Abkürzungen

Abkürzung	Beschreibung
App	Applikation auf vorwiegend mobilen Geräten der Fahrgäste
BMWi	Bundes Ministerium für Wirtschaft und Technologie
EKAP	Echtzeitkommunikations- und -auskunftsplattform. Siehe VDV 431-1.
ELA	Elektroakustische-Anlage
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IBIS	Integriertes-Bord-Informations-System
IBIS-IP	Integriertes-Bord Informations-System auf Basis Internet Protokoll
IBIS-IP	Integriertes-Bord-Informations-System auf Internet-Protokoll Basis
IP	Internet Protokoll
IP-KOM-ÖV	Internet Protokoll basierte Kommunikationsdienste für den öffentlichen Verkehr
IPv6	Internet Protokoll nach Version 6. Vorgängerversion war die Version 4 (IPv4).
IT	Informationstechnologie
itcs	Intermodal-Transport-Control-System
LSA	Lichtsignalanlagen
MMI	Mensch-Maschine-Interface
OSI	Open Systems Interconnection
RTP	Realtime Transport Protocol
SIRI	Service Interface for Real Time Information EN 15531
SOA	Service oriented architecture (engl.)
TCP	Transmission Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol
VDV	Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
XML	“Extensible Markup Language” ist eine Spezifikation des World Wide Web Consortiums (W3C). XML ist eine Auszeichnungssprache, die zum Plattform unabhängigen Datenaustausch genutzt wird.

Referenzen

[1] VDV-Schrift 300: „Integriertes Bordinformationssystem IBIS“
[2] VDV-Mitteilung 3001: „Kommunikation im ÖV (IP-KOM-ÖV) - Technische Anforderungen für Anwendungen im Integrierten Bordinformationssystem (IBIS)“
[3] VDV-Schrift 453 „VDV-Ist-Datenschnittstellen“
[4] VDV-Schrift 454 „VDV-Ist-Datenschnittstellen“
[5] EN 15531 „Service Interface for Real Time Information„

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (VDV)
Kamekestraße 37-39 · 50672 Köln
T 0221 57979-0 · F 0221 57979-8000
info@vdv.de · www.vdv.de