

ZIELGRUPPENSPEZIFISCH DARGESTELLTE STÖRMELDUNGEN UND KUNDENFEEDBACK IN ECHTZEIT ALS ELEMENTE EINER GANZHEITLICHEN MOBILITÄTSUNTERSTÜTZUNG FÜR REISENDE IM ÖFFENTLICHEN PERSONENNAHVERKEHR

Lars Schnieder* Anna-Maria Ademeit* Nadine Schlüter** Jan-Peter Nicklas** Petra Winzer**

*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Institut für Verkehrssystemtechnik, 38108 Braunschweig
(Tel: 0531-3444; e-mail: lars.schnieder, anna-maria.ademeit@dlr.de).

** Bergische Universität Wuppertal, Fachgebiet Produktsicherheit und Qualitätswesen, 42119 Wuppertal
(e-mail: {schlueter, nicklas, winzer}@uni-wuppertal.de)

Abstract: Unternehmen des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) verpflichten sich in ihren Verkehrsverträgen mit den Aufgabenträgern zu der Durchführung eines qualitätsgerechten Betriebs. Abweichungen der von den Aufgabenträgern bestellten zu der von den Verkehrsunternehmen erbrachten Dienstleistungsqualität sind gegebenenfalls an Bonus- und Malusregelungen geknüpft. Die Verkehrsunternehmen haben daher aus wirtschaftlichen Gründen ein vitales Interesse an einer kontinuierlichen Verbesserung ihrer Dienstleistungsprozesse. Die angemessene Information über das Betriebsgeschehen ist ein zentraler Aspekt der von den Fahrgästen wahrgenommenen Dienstleistungsqualität. Dies wird insbesondere bei Abweichungen vom Regelbetrieb relevant. Fahrgäste müssen über Störereignisse zeitgerecht, korrekt, für Sie verständlich mit den für sie relevanten Informationen versorgt werden. Für in ihrer Mobilität oder sensorisch eingeschränkte Fahrgäste sind barrierefreie Reiseketten von essentieller Bedeutung. Barrierefreie Reiseketten müssen von barrierefreien Fahrgastinformationen flankiert werden, um allen Menschen einen über einen uneingeschränkten Zugang zu öffentlichen Verkehrssystemen eine umfassende Teilhabe am gesellschaftlichen Leben zu ermöglichen. Das Projekt aim4it¹ betrachtet unter anderem die Anforderungen von Gehörlosen und anderen Menschen mit Hörbehinderungen. Viele Gehörlose verfügen über eine stark eingeschränkte Rezeptionsleistung von Schriftsprache und können syntaktisch komplexe Fahrgastinformationen nicht verstehen. Im Projekt aim4it werden die Störmeldungen der Verkehrsunternehmen daher durch einen animierten Avatar gebärdet und den Fahrgästen über einen Web Service auf mobilen Endgeräten zur Verfügung gestellt. Über Internet Protokoll basierte Kommunikationsdienste wird es auch möglich, Feedback der Fahrgäste zur Dienstleistungsqualität im ÖPNV in Echtzeit zu erheben. Die Verkehrsunternehmen sind somit in der Lage Schwachpunkte in der Barrierefreiheit ihres Verkehrssystems zu identifizieren und korrektiv einzugreifen.

1. MOTIVATION

Die Kundenzufriedenheit von Fahrgästen im ÖPNV wird von einer Vielzahl von Faktoren bestimmt. Sie ist unter anderem abhängig von einem attraktiven Verkehrsangebot, fahrgastgerecht gestalteten Anlagen und Fahrzeugen, objektiv und subjektiv empfundener Sicherheit und – ganz besonders – von einer qualifizierten und aktuellen Fahrgastinformation (DIN EN 13816). Ein wichtiger Beitrag zur Erreichung des Ziels, den ÖPNV attraktiver zu machen, ist eine auf die Belange und Anforderungen des Fahrgastes ausgerichtete Fahrgastinformation. Hierfür sind dynamische Anzeigen, die kurzfristig aktualisiert werden können und somit unmittelbar dem tatsächlichen Verkehrsgeschehen angepasst werden können inzwischen in der Praxis weitgehend etabliert. Inzwischen haben Smartphones mit ihren vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten eine ständig größer werdende

Bedeutung für die Fahrgäste im ÖPNV und sind im Alltag nicht mehr wegzudenken. 75% aller Mobiltelefone sind heute Smartphones, bei Neuanschaffungen sind es bereits 96% (Janssen und Krings, 2014). Die Integration der Smartphones in die Fahrplanauskunft ermöglicht es den Fahrgästen mit den bereitgestellten aktuellen Informationen über den tatsächlichen Betriebszustand und den voraussichtlichen Ablauf einer Fahrt, ihre Reise auf verlässlicher Basis zu planen und durchzuführen. Dies schließt frühzeitige Hinweise auf vorhersehbare Unregelmäßigkeiten, Umleitungsempfehlungen (Ausweichrouten) und zusätzliche Verkehrsangebote (Lenkung der Fahrgastströme) mit ein. Nachfolgend werden die Anforderungen an ein solches dynamisches Auskunft- und Informationssystem vorgestellt.

¹ Forschungsprojekt aim4it - Accessible and inclusive mobility for all with individual travel assistance, EU-Förderprogramm Future Travelling (ENT3), Projektnummer: 4304059

2. ANFORDERUNGEN AN INFORMATIONSSYSTEME

Bei der Gestaltung von Informationssystemen für die Fahrgastinformation im ÖPNV sind einige allgemeine Grundsätze einzuhalten:

Der Fahrgast muss die *Informationen zeitgerecht* erhalten: Den Fahrgästen sind im Zulauf auf eine Betriebsstörung frühzeitig Hinweise für alternative Fahrtrouten zu geben. Gleiches gilt für eine geänderte Linienführung. Reiseassistenzanwendungen verfügen über die Möglichkeit einer Routenüberwachung, (Boehnke und Holoch, 2013) und berechnen bei erkannten Abweichungen eine neue Verbindung (sog. Re-Routing). Diese aktualisierten Routen werden den Fahrgästen über Push-Dienste übermittelt. Der Informationsfluss wird hierbei von der Fahrgastauskunft gesteuert und der Kommunikationsfluss erfolgt primär von der Fahrplanauskunft in Richtung des Fahrgastes.

Der Fahrgast muss *personalisierte Informationen* erhalten. Hierbei beschreiben Merkmalsvektoren die jeweiligen persönlichen Vorlieben, (z.B. vorhandene sensorische oder motorische) Fähigkeiten oder Bedürfnisse (z.B. Art und Umfang einer gewünschten Mobilitätsassistenz) der Fahrgäste. Die Smartphoneapplikation, die von ihr genutzten Dienste oder die dargebotenen Fahrgastinformationen werden anhand des Merkmalsvektors an die spezifischen Bedürfnisse des Fahrgastes angepasst.

Der Fahrgast erwartet *für seinen relevanten Kontext relevante Informationen*. Ein Beispiel hierfür sind standortbezogene Dienste, die als mobile Dienste, unter Zuhilfenahme von positionsabhängigen Daten dem Endbenutzer selektive Informationen bereitstellen. Beispielsweise interessierte sich ein Fahrgast im ÖPNV nur für Störmeldungen, die für seine aktuelle Reisekette zutreffend sind.

Die dem Fahrgast dargebotenen Informationen müssen sprachlich *prägnant* sein, d.h. sie müssen einprägsam, deutlich und selbsterklärend sein und sich auf das Wesentliche beschränken.

Diese Anforderungen an die Kommunikation und Interaktion mit den Reisenden werden im Projekt aim4it mit Hilfe einer geeigneten aus Branchenstandards abgeleiteten Systemarchitektur (vgl. Abschnitt 3) umgesetzt. Auf dieser Systemarchitektur kommen sechs fahrgastbezogene Mehrwertdienste zur Reiseassistenz zur Anwendung (vgl. Abschnitt 4). Zwei dieser Mehrwertdienste werden in den Abschnitt 5 (Störmeldungen in Gebärdensprache) und Abschnitt 6 (Feedbackfunktion) näher erläutert.

3. SYSTEMARCHITEKTUR

Angestrebtes Ergebnis des Projektes aim4it ist ein umfassendes, leicht übertragbares Konzept einer Mobilitätsassistenz, welche die bestehenden Barrieren des ÖPNV für alle Nutzergruppen abbaut. Vor diesem Hintergrund lehnt sich die im Projekt aim4it verwendete Systemarchitektur an einschlägige Branchenstandards an und entwickelt diese weiter. Eine zentrale Rolle nimmt hierbei die TRIAS-Schnittstelle ein (TRIAS, Travellers' Realtime Information and Advisory Standard). Die TRIAS-

Schnittstelle enthält Teile der bekannten SIRI-Standards (SIRI, Service Interface for Realtime Information) des Europäischen Komitees für Normung (Stelzer *et al.* 2013)(DIN CEN/TS 15531-1)(DIN CEN/TS 15531-2)(DIN CEN/TS 15531-3). SIRI und seine nationale Konkretisierung in den einschlägigen Vorschriften des Verbandes Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV 453)(VDV 454) ist ein weit verbreiteter Standard für die Kommunikation zwischen großen Informationssystemen des ÖPNV oder zwischen verschiedenen Verkehrsunternehmen. Allerdings sind einige zentrale Anforderungen an die kommunikative Anbindung der Fahrgäste mit mobilen Endgeräten an die Fahrplanauskunfts-systeme in diesen Standards nicht berücksichtigt. Diese Lücke wird durch TRIAS geschlossen, in dem Authentifizierungsmechanismen, internetprotokoll-basierte Kommunikationsdienste, reisebezogene Fahrgastinformationen und auf den Fahrgast bezogene Hinweise dort festgelegt werden. Die Bausteine des aim4it-Systemkonzepts werden nachfolgend dargestellt (siehe auch Darstellung in Fig. 1).

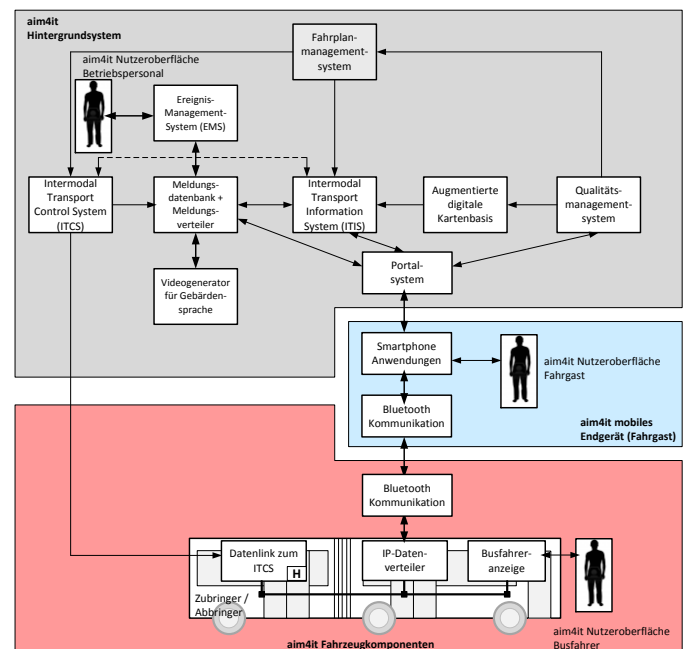


Fig. 1. Architektur des aim4it-Systemkonzepts

3.1 Intermodal Transport Control System (ITCS)

Das Intermodal Transport Control System (ITCS) ist das Betriebsleitsystem der Verkehrsunternehmen. Es fasst alle Einrichtungen zusammen, die für die Überwachung und Steuerung des Fahrbetriebs erforderlich sind. Dies umfasst sowohl die den Hintergrundsystemen des Verkehrsunternehmens zuzurechnenden Systembestandteile (die eigentliche Leitstelle) als auch dezentrale Einrichtungen auf den Fahrzeugen (die Bordrechner). Die Fahrzeuge sind in der Regel über einen bidirektionalen Betriebsfunk an die Leitstelle angebunden. Das ITCS stellt aktuelle Zustandsinformationen für die Fahrgastauskunft (ITIS, vgl. nächster Abschnitt) zur Verfügung. Von der Fahrplanauskunft erhält es ggf. Anfragen der Fahrgäste nach zu sichernden Anschlussverbindungen (vgl. Abschnitt 4.3).

3.2 Intermodal Transport Information System (ITIS)

Über Fahrplanauskunftssysteme werden – in der Regel über mehrere Verkehrsunternehmen hinweg - integrierte Informationen zu Reisewünschen der Fahrgäste gegeben. Die oftmals von den Verkehrsverbänden betriebenen Auskunftsplattformen sind unternehmensunabhängig angelegt und berücksichtigen in ihren routingfähigen Netzgraphen bereits heute Merkmale der Barrierefreiheit im ÖPNV (Becker *et al.*, 2011). Die reine Fahrplanauskunft auf Basis von Soll-Fahrplänen wird zunehmend in Richtung einer Echtzeitinformation für Fahrgäste weiterentwickelt, die vom ITCS Informationen über Verspätungen und Störungen empfängt und die betroffenen Fahrgäste entsprechend aktuell informiert (Daubertshäuser *et al.*, 2013).

3.3 Ereignis-Management-System (EMS)

Über das Ereignis-Management-System (EMS) werden Störungs- und Ereignismeldungen verfasst, bestehende Meldungen verfeinert, in andere Formate konvertiert und an Umsysteme weitergeleitet. Mit dem EMS können sehr effizient und mit geringem Aufwand alle Kommunikationskanäle zum Kunden mit aktuellen Informationen versorgt werden. Beispielsweise kann der Fahrgast im Internet automatische Benachrichtigungsservices abonnieren. Diese beziehen ihre Informationen aus dem EMS. Technisch können diese Informationen auf Smartphones beispielsweise über App-Pushdienste realisiert werden (VDV 720). Zum aktuellen Zeitpunkt werden Störungsmeldungen im ÖPNV allerdings hauptsächlich in natürlicher Sprache (in textueller oder akustischer Form) bereitgestellt.

3.4 Portalsystem

Das Portalsystem abstrahiert von spezifischen mobilen Endgeräten der Nutzer. Diese Abstraktionsebene ist erforderlich, da mobile Endgeräte viele Restriktionen mit sich bringen: (1) *begrenzte Akkulaufzeiten*: Die mobile Datenübertragung verbraucht viel Energie weil für den Kontakt mit einem weit entfernten Funkmast ein stärkeres Signal gesendet werden muss. Daher ist nach Möglichkeit der Datentransfer zu begrenzen; (2) *schwankende Mobilfunkkonnektivität*: Gerade in ländlichen Räumen können unterschiedliche Quality-of-Service-Parameter der Mobilfunknetze anzutreffen sein. Diese führen zu dementsprechend großen Latenzzeiten in der Datenübertragung. (3) Das Portalsystem muss die Spezifika *unterschiedliche Betriebssysteme* beherrschen.

Das Portalsystem adressiert diese Randbedingungen mobiler Endgeräte. Das Portalsystem realisiert unter anderem eine *Zugriffskontrolle* (Autorisierung und Authentifizierung der registrierten Nutzer). Darüber hinaus können personenbezogene Attribute der Nutzer in einer Datenbank hinterlegt werden. Über eine *Personalisierungskomponente* können nutzerbezogene Daten für die personalisierte Konfiguration beliebiger Dienste hinterlegt werden. Die nutzerbezogenen Daten können das Verhalten derjenigen

Dienste, die den Personalisierungsdienst benutzen beeinflussen und stellen somit eine Konfiguration für den verwendeten Dienst dar. Über an die jeweiligen Betriebssysteme mobiler Endgeräte angepasste *Push-Dienste* (Stelzer *et al.*, 2013) können Benutzer des öffentlichen Verkehrs aktiv mit aktuellen Daten versorgt werden. Für die Nutzung der in aim4it spezifizierten Mehrwertdienste (z.B. Anforderungen von Assistenz durch den Fahrer, Äußern eines Anschlusswunsches) bietet das Portalsystem die Möglichkeit eines einheitlichen Zugriffs.

3.5 mobile Reiseassistenzanwendung (App)

Fahrgäste sind zunehmend im Besitz internetfähiger mobiler Endgeräte. Über die physikalische Ortung des Fahrgastes beispielsweise per GPS-Sensor, über die Schnittstelle zum Fahrzeug oder über die Lokalisierung im Funknetz sind die Voraussetzungen für die Nutzung der über das Auskunftssystem bezogenen Fahrtinformationen und möglicherweise weiterer ortsbezogener Informationsdienste gegeben. Im Zuge des Vorhabens aim4it werden neben den üblichen Fahrgastinformationsdiensten (aim4it smartphone app) weitere Mehrwertdienste geschaffen, die deutlich über eine Fahrgastinformation hinausgehen und auch für in ihrer Mobilität, bzw. sensorisch eingeschränkte Fahrgäste einen Weg in Richtung einer Reiseassistentz „von Tür zu Tür“ aufzeigen.

4. FAHRGASTBEZOGENE MEHRWERTDIENSTE

Um die Ziele des Projekts aim4it zu erreichen, wurden im Rahmen des Projekts insgesamt sechs Anwendungsfällen (Use-Cases) abgeleitet und betrachtet (Nicklas *et al.*, 2015). Diese werden nachfolgend im Überblick vorgestellt.

4.1 Re-routing für mobilitätseingeschränkte Fahrgäste

Aufgrund aktueller Störungen ist die ursprünglich, vom Fahrgast geplante Route möglicherweise nicht wie ursprünglich geplant realisierbar. Gründe hierfür liegen möglicherweise (1) in auftretenden betrieblichen Störungen, in (2) geänderten Reisewünschen des Fahrgastes oder (3) einem vom Plan abweichenden Verhalten des Fahrgastes (z.B. befindet er sich nicht zur geplanten Zeit an der vorgesehenen Haltestelle). In diesen zuvor genannten Fällen muss die für den Fahrgast geplante individuelle Reiseroute an die geänderten Rahmenbedingungen angepasst werden. Der Fahrgast muss hierüber zeitgerecht eine entsprechende Information erhalten und diese quittieren. Er wird dann gemäß der neuen Koordinaten der Route geführt.

4.2 Interaktion zwischen Fahrgast und ITCS-Bordrechner

Der Fahrgast bzw. die Applikation auf dem mobilen Endgerät erhält vom Fahrzeug über drahtlose Kommunikationsmedien (z.B. Bluetooth) den Hinweis, dass eine Haltestelle erreicht wird. Daraufhin bietet die Anwendung dem Fahrgast die Haltewunsch-Option an. Bei Bestätigung wird der

Haltewunsch an das Fahrzeug übermittelt. Gegebenenfalls kann das Fahrzeug dem Fahrgast eine Bestätigung zurücksenden, dass der Haltewunsch erfolgreich übermittelt und durch den Fahrer quittiert wurde. In gleicher Weise kann der Fahrgast eine Hilfestellung durch den Fahrer beim Ein- und Aussteigen in das Fahrzeug (Bus oder Straßenbahn) anfordern (vgl. Abschnitt 4.4).

4.3 Anschlussicherung für mobilitätseingeschränkte Fahrgäste

In ihrer Mobilität eingeschränkte Reisende bzw. Fahrgäste mit sensorischen Einschränkungen können die oftmals im Fahrplan berücksichtigten und möglicherweise zeitlich knapp bemessenen Umsteigezeiten nicht realisieren. Dementsprechend laufen diese Reisende Gefahr, ihr Anschlussfahrzeug zu verpassen. Insbesondere bei großen Fahrplantakten resultiert aus einem verpassten Anschluss eine entsprechend lange Wartezeit, die nach Möglichkeit zu vermeiden ist. Mit diesem Dienst können sich Fahrgäste mit ihrem Umsteigewunsch registrieren. Entsprechend ihres Behinderungsgrades werden verlängerte Umsteigezeiten gewährt. Der Fahrer des abbringenden Fahrzeugs erhält eine Information über einen verlängerten Haltestellenaufenthalt bzw. gegebenenfalls zu leistenden Hilfestellungen beim Ein- und Aussteigen der Fahrgäste (vgl. Abschnitt 4.4). Alle anderen Fahrgäste (im betroffenen abbringenden Fahrzeug, bzw. an den im weiteren Linienverlauf folgenden Haltestellen) werden über die Echtzeit-Fahrgastauskunft über die resultierenden verlängerten Fahrzeiten informiert.

4.4 Anforderung einer Mobilitätsassistenz durch den Fahrer

In Ihrer Mobilität eingeschränkte Reisende und sensorisch eingeschränkte Reisende benötigen möglicherweise an ihrer Starthaltestelle Unterstützung beim Einsteigen in das Fahrzeug. An der Zielhaltestelle benötigen sie entsprechende Hilfestellung beim Verlassen des Fahrzeugs. Die Unterstützung durch den Busfahrer kann durch die Anforderung der Busfahrerassistenz bequem bereits bei der Routenplanung mit „gebucht“ werden. Der Reisende erhält bereits vor Fahrtantritt eine positive Bestätigung, dass der Busfahrer ihm eine entsprechende Assistenz gewähren wird. Gleichzeitig erhält der Busfahrer über seine Anzeige im Fahrerarbeitsplatz in der Anfahrt auf die Haltestelle eine Nachricht über einen zusteigenden Fahrgast mit Bedarf für eine Mobilitätsassistenz. Für den Fall von Aktualisierungen der Route (getriggert durch verschiedene Ereignisse, vgl. Abschnitt 4.1) werden auch die vorgesehenen Anforderungen an die Mobilitätsassistenz angepasst und ggf. storniert.

4.5 Störungsmeldungen in Gebärdensprache

Reisende mit sensorischen Einschränkungen bedürfen einer auf ihre spezifischen Belange zugeschnittenen Fahrgastinformation. Dies insbesondere für gehörlose Fahrgäste zentral, da hier das klassische „Zwei-Sinne-Prinzip“ (mindestens zwei der drei Sinne Hören, Sehen und

Tasten müssen angesprochen werden) der Fahrgastinformation ins Leere läuft. Da diesen Fahrgästen textuelle Hinweise über vorliegende Störungen in oftmals nicht zugänglich sind, ist hier eine Darstellung für den gehörlosen Fahrgast relevanter Meldungen in Gebärdensprache hilfreich. Störungsmeldungen werden durch einen animierten Avatar gebärdet und den Fahrgästen über einen Web Service auf mobilen Endgeräten zur Verfügung gestellt. Eine detaillierte Darstellung dieses Ansatzes erfolgt in Abschnitt 5.

4.6 Feedbackfunktion (Barrierefreiheit)

Bislang erfolgt eine Bewertung der Dienstleistungsqualität im ÖPNV wegen des erheblichen methodischen Aufwandes zur im wesentlichen fragebogengestützten Datenerfassung nur in großen zeitlichen Abständen. Durch die implementierte Feedbackfunktion der aim4it Smartphone-App wird eine kontinuierliche Messung der Kundenzufriedenheit realisiert. Hierdurch werden die Zyklen des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses der Dienstleistungsqualität der Verkehrsunternehmen wesentlich beschleunigt. Dieser Ansatz wird in Abschnitt 6 dargestellt.

5. ADRESSATENGERECHTE STÖRMELDUNGEN

Gehörlose Menschen kommunizieren in Gebärdensprache. Statt akustischer bedienen sie sich visueller Zeichen. Gebärdensprachen sind vollwertige Sprachen und mindestens ebenso komplex wie Lautsprachen. Aktuell sind Störungsinformationen im ÖPNV vielen gehörlosen Fahrgästen nicht zugänglich. Gehörlose verfügen in vielen Fällen nur über eine stark eingeschränkte Rezeptionsleistung von Schriftsprache. Das Verständnis syntaktisch komplexer Fahrgastinformationen fällt ihnen schwer (vgl. Abschnitt 5.1). Diese Situation steht im Widerspruch zu der, gemäß Personenbeförderungsgesetz (PBefG) bis 2022, zu erreichenden Barrierefreiheit im ÖPNV in Deutschland. Das Projekt aim4it verfolgt aus diesem Grund den Ansatz, barrierefreie Fahrgastinformationen auch für gehörlose Fahrgäste zu realisieren.

5.1 Rezeptionsvermögen Gehörloser für Schriftsprache

Gehörlose haben nur eingeschränkte Möglichkeiten, Informationen in Schriftsprache zu rezipieren. „Menschen, die vor dem Spracherwerb eine schwere Beeinträchtigung ihres Gehörs hinnehmen müssen, leiden sehr häufig an einer Lese- und Schreibschwäche. Am stärksten betroffen ist die Gruppe der prälingual ertaubten Personen, da sie über eine andere Muttersprache verfügen – die Gebärdensprache. Die nationale Lautsprache ist für sie demnach eine Fremdsprache. Die Schwierigkeit für diese Personen besteht darin, den Sprung von einer nicht verschriftlichten Symbolsprache (Gebärdensprache) zu einer verschriftlichten Silbensprache (Nationalsprache) zu bewältigen. In Kombination mit den meist spärlichen Ausbildungsmöglichkeiten führt dies zu schwach ausgeprägten Lese- und Schreibkompetenzen“ (Küng, 2012). Im Alltag bedeutet dies, dass Gehörlose es

vermeiden, an die Öffentlichkeit (z.B. im Internet) zu treten und „andererseits können sie die im Internet angebotenen Informationen nicht nutzen, weil sie nicht verstanden werden. Gehörlose sind oft schon mit den Untertiteln im Fernsehen überfordert; bei der Lektüre der Zeitung werden teilweise nur die Überschriften gelesen, da der restliche Text zu schwierig ist“ (Krammer, 2001).

5.2 Maschinelle Übersetzung natürlichsprachlicher Störmeldungen in Gebärdensprache

Übersetzungen in Gebärdensprache von geschriebenen Texten auf Homepages oder die Synchronisation von gesprochenem Content einer TV-Sendung sind derzeit nur mithilfe von speziellen Videos möglich. Diese Videos werden aktuell *sehr aufwendig* mit menschlichen Darstellern im Studio produziert. Der Bedarf an Übersetzungen und Synchronisationen übersteigt aber bei weitem die Möglichkeiten von Studioproduktionen und ist auch mit einem entsprechenden *Zeitversatz* verbunden. Ziel ist es daher, eine technische Lösung zu entwickeln, die den sprachlichen Inhalt von Störmeldungen in nahezu Echtzeit den gehörlosen Fahrgästen zur Verfügung stellt. Die Anforderung der Echtzeitfähigkeit wird bei einer näheren Analyse der Störmeldungen des Projektpartners Wiener Linien deutlich. Bei den analysierten 1000 Störmeldungen aus dem Störmeldungssystem waren 99% kurzfristiger Natur, d.h. die Störung bestand weniger als 12 Stunden. Nur 10 Störungen haben eine Dauer von mehr als 12 h

Die österreichischen Firmen Signtime GmbH und matrixx IT-Services GmbH verfügen über Algorithmen zur maschinellen Übersetzung von Sprachcontent in Gebärdensprache.. Der Ansatz beruht auf einer automatischen Übersetzung des Störmeldungstexts in Gebärdensprache und seiner Wiedergabe durch einen animierten Avatar. Im Rahmen des Projekts aim4it werden die Algorithmen optimiert, so dass eine automatische Übersetzung natürlichsprachlicher betrieblicher Störmeldungen des ÖPNV in nahezu Echtzeit gelingt. Ergebnis sind barrierefreie Informationsketten für Gehörlose im ÖPNV. Der Ansatz der Firma Signtime GmbH beruht auf einer automatischen Übersetzung des Störmeldungstexts in Gebärdensprache und seiner Wiedergabe durch einen animierten Avatar. Die Avatare sind austauschbar und können – besonders wichtig für die Gebärdensprache – neben der eigentlichen Bewegung der Hände des Avatars weitere bedeutungstragende Elemente wie Emotionen und Körpersprache darstellen. Nur mittels maschineller Übersetzung ist eine wirtschaftliche Darstellung der veränderlichen Störmeldungen in Gebärdensprache realisierbar. Als Ergebnis kann mehr Information in Gebärdensprache aufbereitet und auf diese Weise die Informationsbarriere für Gehörlose deutlich verringert werden. Ein Beispiel einer, durch einen animierten Avatar dargestellten, Störmeldung der Wiener Linien ist im Screenshot in Fig. 2 dargestellt.



Fig. 2. Beispielhafte Störmeldung der Wiener Linien mit Gebärdensprachavatar

5.3 Sprachliche Standardisierung von Störmeldungen

Um den Aufwand für die Algorithmen gering zu halten, sind die Texte und Durchsagen von Störmeldungen von vornherein übersetzungsgerecht zu gestalten. Hierbei wird die flexible Verwendung natürlicher Sprache in einem ersten Schritt durch einen reduzierten Wortschatz und eine Begrenzung möglicher grammatikalischer Strukturen, wie zum Beispiel vorgegebene Satzstrukturen, eingeschränkt (Muthig, 2014). Für das Personal der Leitstelle werden durch die gewährte Werkzeugunterstützung der Zeitaufwand und die möglichen Fehlerquellen in der Erstellung von Störmeldungen reduziert. Die resultierenden Störmeldungen können durch das maschinelle Übersetzungssystem besser analysiert werden und liefern somit eine bessere Übersetzungsqualität (ohne etwaige erforderliche Nacharbeiten). Im Sinne eines „Designs für alle“ profitieren vom übersetzungsgerechten Schreiben auch die Fahrgäste ohne sensorische Einschränkungen: (1) Durch die getroffenen sprachlichen Einschränkungen sind die Störmeldungen für alle Fahrgäste leichter lesbar und verständlich. (2) Durch Einschränkungen im Wortschatz werden Mehrdeutigkeiten vermieden. (3) Die verwendete Terminologie und Stil der Störmeldungen wird, auch bei einer Bearbeitung durch verschiedene Autoren, konsistent. Der Auftritt des Verkehrsunternehmens nach außen dadurch professioneller.

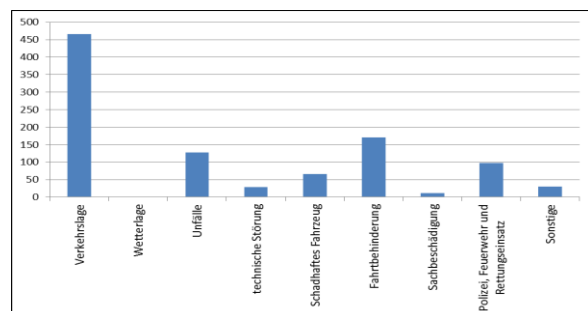


Fig. 3. Störungsursachen im Betrieb (Wiener Linien)

Für die Untersuchungen zur konkreten Ausprägung der sprachlichen Regeln wurde eine Analyse der häufigsten Störungsursachen im ÖPNV durchgeführt. Hierzu wurden über 1000 Störmeldungen der Wiener Linien untersucht (vgl. Fig. 3). Es wurden 450 weitere Störmeldungen eines großen deutschen Verkehrsverbundes für eine vergleichenden Analyse herangezogen.

Nach erfolgter Implementierung schließen sich Untersuchungen zur Nutzerakzeptanz an. Hierbei interessiert insbesondere die Frage, wie detailgetreu die Darstellung des Avatar sein muss (bspw. in Bezug auf die Darstellung von Emotionen und Körpersprache des Avatars). Hierzu sind Daten bzw. Feedbacks hinsichtlich der erbrachten Leistungen mittels der Feedbackfunktion zu realisieren (siehe Abschnitt 6).

6. KONZEPT DES ECHTZEIT-KUNDENFEEDBACKS

Aktuell werden die Verläufe von Buslinien, ihre Taktfrequenzen und der Fahrzeugeinsatz auf den Linien in einem Top-down-Ansatz auf der Basis von a-priori-Wissen über die Fahrgastströme und gewünschten Anschlüsse geplant. Bislang war es unmöglich die Reiseinformationen einer großen Grundgesamtheit an Reisen zu sammeln und zu analysieren. Die für das Beförderungsangebot auslegungsrelevante Verkehrsnachfrage wurde vielmehr mit großem Aufwand mit umfangreichen Fahrgastbefragungen zu diskreten Zeitpunkten erhoben (Sommer *et al.*, 2011). Auch im Bereich der Bewertungen der Kundenzufriedenheit kommen aktuell primär fragebogengestützte Befragungen zum Einsatz.

Durch die Verfügbarkeit moderner Informations- und Kommunikationssysteme – insbesondere Smartphones und leistungsfähige Server – besteht die Chance, zukünftig einen grundlegend anderen Ansatz der Erhebung von Daten zur Verkehrsnachfrage und erbrachter, bzw. wahrgenommener Dienstleistungsqualität im ÖPNV zu beschreiten (Bastians und Richter, 2013). Eine bidirektionale Kommunikation zwischen Fahrgästen und Verkehrsunternehmen ist auf Grund der weiten Verbreitung des mobilen Internets und mobiler Endgeräte bei den Fahrgästen inzwischen fast überall möglich und in der Praxis inzwischen weit verbreitet (Janssen und Krings, 2014). Im Projekt aim4it werden daher strukturierte elektronische Daten, die direkt aus der Reiseassistentenanwendung der Fahrgäste einfließen, für die oben genannten Analysezwecke verwendet. Liegen die aus der Nutzung der Reiseassistentenanwendung generierten umfassenden Daten vor, können diese in betrieblichen Entscheidungsprozessen des Verkehrsunternehmens zu einer zielorientierten Betriebssteuerung verwendet werden.

6.1 Persönliche Daten der Fahrgäste

Mit ihrer Registrierung für die aim4it Applikation hinterlassen die Fahrgäste ihre persönlichen Daten. Da die Nutzung der Applikation eng mit der Verarbeitung personenbezogener Daten im Zusammenhang steht, müssen

Datenschutzaspekten besondere Betrachtung erfahren. Im Projekt werden daher die datenschutzrechtlichen Grundsätze der Zweckbindung und der Datensparsamkeit in der Entwicklung der Anwendung umgesetzt (Jäger und Schnieder, 2015). Darüber hinaus werden die Prinzipien der Anonymisierung, bzw. Pseudonymisierung zur Wahrung der Privatsphäre der Fahrgäste angewendet. Der Systemaufbau stellt sicher, dass alle gesammelten fahrgastbezogenen Daten gegen Missbrauch geschützt werden, was entsprechende organisatorische und technische Schutzmaßnahmen gegen unerlaubten Zugriff, Modifikationen und Datenverlust mit einschließt. Persönliche Merkmale der Fahrgäste (z.B. Attribute wie der Typ und der Grad der Behinderung sowie das Alter und Geschlecht) helfen, das erhaltene Feedback den verschiedenen Fahrgastgruppen zuzuordnen. Auf diese Weise können differenzierte Aussagen zur konkreten Weiterentwicklung der Barrierefreiheit im ÖPNV gewonnen werden.

6.2 Implizite Datenerhebung durch Nutzung der Dienste

Für diese Art der Datenerhebung werden Daten genutzt, die das Portalsystem vom mobilen Endgerät bzw. der Anwendung auf dem mobilen Endgerät Daten implizit, also ohne direkte Eingabe durch den Nutzer, erheben kann. Dies betrifft Positionsdaten (z.B. GPS), die etwa über Gerätesensoren/-dienste oder Kommunikation mit externen Diensten (ITIS, Fahrzeug) erfasst werden können. Die implizite Datenerhebung entspricht den direkten Prozessmetriken (direct performance measures, DPM) in den einschlägigen Standards (DIN EN 13816). Die DPM erlauben ein Monitoring des Betriebs gegen vorab definierte Zielwerte. Fig. 4 stellt ein Beispiel der aus der Funktion „Anforderung einer Mobilitätsassistenten für den Busfahrer“ gesammelten Daten dar. Im Entwurfsprozess der Anwendung wurden aus den Use-Case-Beschreibungen detaillierte Sequenzdiagramme abgeleitet. Aus den Sequenzdiagrammen werden die zentralen Nachrichten über das Portalsystem mit einer Referenz zu einer eindeutigen SessionID (entspricht jeweils einer nachgefragten Reiserelation von „Tür zu Tür“) weitergeleitet. Hieraus lassen sich Metriken ableiten. Beispielsweise können die tatsächlich erbrachten Mobilitätsassistentenaufträge durch die Fahrer in Relation zur Grundgesamtheit gesetzt werden (vgl. Fig. 4). Für die kontinuierliche Verbesserung der Dienstleistung sind vor allem die Fälle von Interesse, bei denen die Mobilitätsassistenten nicht zugelegt werden konnte.

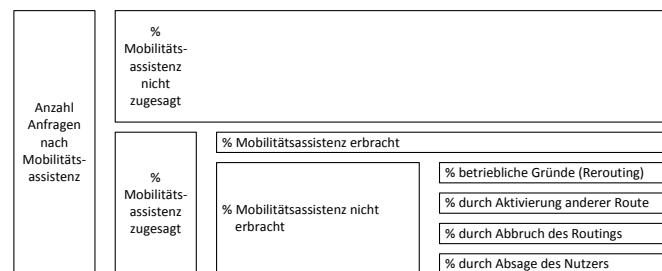


Fig. 4. Beispielmetriken für den Mehrwertdienst „Mobilitätsassistenten“

6.3 Explizite Datenerhebung zur Kundenzufriedenheit

Über die implizite Datenerhebung hinaus erfolgt in aim4it auch eine explizite Datenerhebung, in dem das Portalsystem über das mobile Endgeräte bzw. die Anwendung Daten explizit vom Nutzer erheben kann. Dies betrifft insbesondere Rating-Angaben der Nutzer über die von ihnen wahrgenommene Dienstleistungsqualität. Die explizite Datenerhebung entspricht den Kundenzufriedenheitsbefragungen (Customer Satisfaction Surveys, CSS) wie etwa in DIN EN 13816 gefordert. Mit der Integration der Kundenzufriedenheitsbefragung in die Reiseassistentenanwendungen werden die Kundenzufriedenheitsbefragungen nunmehr kontinuierlich durchgeführt. Im Projekt aim4it geben die Fahrgäste ihr Feedback anhand einer fünf-Sterne-Bewertungsfunktion bezüglich verschiedener Dimensionen der Dienstleistungsqualität ab.

6.4 Auswertung der Ergebnisse

Mit der systematischen Erhebung der Feedbackdaten streben Verkehrsunternehmen eine systematische Verbesserung ihrer Dienstleistungsqualität an. Dieses geschieht hinsichtlich den Zielen: (1) bestehende Qualitätsniveaus werden identifiziert, (2) Bereiche mit Verbesserungspotenzial werden identifiziert und (3) es wird korrigierend in die Planung und Betriebsabwicklung eingegriffen. Weitere Arbeiten im Projekt gehen über die Bewertung der grundsätzlichen technischen Machbarkeit hinaus. Es muss hierbei insbesondere betrachtet werden, inwieweit die Erhebungen Aussagen über die Grundgesamtheit aller Fahrten im ÖPNV zulassen (Repräsentativität). Dies ist insofern relevant, als dass nicht alle Altersgruppen in gleichem Umfang mobile Endgeräte nutzen und Unterschiede in der Nutzung der Assistentenanwendung bei unterschiedlichen Reisezwecken (Gelegenheitsfahrer, Vielfahrer) bestehen.

7. FAZIT UND AUSBLICK

Zum aktuellen Zeitpunkt wurde im Projekt aim4it die Systemarchitektur aus den analysierten Anforderungen konsolidiert und eine detaillierte Spezifikation der Assistentenfunktionen und technischen Schnittstellen zwischen den Systemkomponenten aufgestellt. Die einzelnen Systemkomponenten werden aktuell durch die Konsortialpartner implementiert und Ende des Jahres 2015 zu einem Gesamtsystem integriert. Für das erste Quartal des Jahres 2016 ist ein prototypischer Betrieb in Wien und in Karlsruhe vorgesehen. Zu diesem Zeitpunkt werden auch die Nutzer in Akzeptanzstudien mit eingebunden.

Da die im nationalen Standardisierungsvorhaben IP-KOM-ÖV unter Federführung des Verbandes Deutscher Verkehrsunternehmen entwickelte TRIAS-Schnittstelle der zentrale Ausgangspunkt für die Aktivitäten im Projekt aim4it ist, werden die in aim4it spezifizierten Mehrwertdienste nach dem Abschluss des Projekts in eine Ergänzung und Änderung der entsprechenden VDV-Schriften eingespeist. Das Projekt aim4it entwickelt zusätzliche Funktionen und Dienste, die nicht im Zuge der nationalen Standardisierungsaktivitäten

entwickelt werden konnten. Gleichzeitig werden durch die prototypische Realisierung in den Testfeldern Wien und Karlsruhe Nutzungserfahrungen gesammelt, die in die Überarbeitung und Pflege der Standards einfließen können. Die in aim4it spezifizierten Dienste werden daher in das IBIS-IP-Forum (VDV 301) und TRIAS-Auskunfts-Forum (VDV 430/431) mit Branchenexperten diskutiert und fließen in die Überarbeitung der jeweiligen VDV-Schriften mit ein.

LITERATUR

- Bandelin, H.; Franke, T., Kruppa, R.; Wehrmann, A.; Weißer, D.: *Einheitliche Plattform für ÖPNV-Kommunikation auf gutem Weg*. In: Der Nahverkehr, 7+8/2012, S. 44.
- Bastians, M.; Richter, B.: *Nachfrageerfassung verknüpfen: Potenziale für ÖPNV-Unternehmen. Analyse von Fahrplanauskunft, Vertrieb und Fahrgastzählssystemen*. In: Der Nahverkehr 3/2013, S. 39 – 43.
- Becker, J.; Pilz, A.; Twele, H.; Becker, H.: *Mobilität durch Information - Forschungsprojekt BAIM plus – Bilanz und Ausblick*. In: Der Nahverkehr 4/2011, S. 19ff.
- Boehne, P.; Hohloch, M.: *Die neue Art zu reisen: intermodal, smart, immer informiert – KeepMoving*. In: ZEV-Rail 1-2/2013, S. 5 – 10.
- Daubertshäuser, K.; Redmann, M.; Gennaro, M.; Köhler, A.: *Mehr Echtzeit für alle - Der Rhein-Main-Verkehrsverbund auf dem Weg zur verbundweiten Echtzeitinformatio n für Fahrgäste, Unternehmen und Aufgabenträger*. In: Der Nahverkehr 7-8/2013, S. 56 ff.
- DIN EN 13816:2002-07: *Transport - Logistik und Dienstleistungen - Öffentlicher Personenverkehr; Definition, Festlegung von Leistungszielen und Messung der Servicequalität*; Deutsche Fassung EN 13816:2002
- DIN CEN/TS 15531-1:2011-08: *Öffentlicher Verkehr - Serviceschnittstelle für Echtzeitinformatio nen bezogen auf Operationen im öffentlichen Verkehr - Teil 1: Kontext und Grundstruktur*; Englische Fassung CEN/TS 15531-1:2007
- DIN CEN/TS 15531-2:2011-06: *Öffentlicher Verkehr - Serviceschnittstelle für Echtzeitinformatio nen bezogen auf Operationen im öffentlichen Verkehr - Teil 2: Kommunikationsstruktur*; Englische Fassung CEN/TS 15531-2:2007
- DIN CEN/TS 15531-2:2011-06: *Öffentlicher Verkehr - Serviceschnittstelle für Echtzeitinformatio nen, bezogen auf Operationen im öffentlichen Verkehr - Teil 3: Funktionelle Serviceschnittstelle*; Englische Fassung CEN/TS 15531-3:2007
- DIN EN 13816:2002-07: *Transport - Logistik und Dienstleistungen - Öffentlicher Personenverkehr; Definition, Festlegung von Leistungszielen und Messung der Servicequalität*; Deutsche Fassung EN 13816:2002
- Jäger, H.; Schnieder, L.: *Neue Basistechnologie zur Lösung der Herausforderungen der Datensicherheit und des Datenschutzes in der Verkehrssystemtechnik*. 16. Symposium Automatisierungssysteme, Assistenzsysteme und eingebettete Systeme für Transportmittel (AAET), Braunschweig, 12.-13. Februar 2015, S. 209 – 220.

- Janssen, J.; Krings, D.: *Mit Chip und Smartphone – IPS und IPSI vernetzen Handy-Ticket-Systeme in Deutschland*. In: Der Nahverkehr 1-2/2014, S. 7 – 9.
- Nicklas, J.-P.; Schlüter, N., Schnieder, L., Winzer, P.: *Entwicklung einer anforderungsgerechten Mobilitätsassistenz für in ihrer Mobilität eingeschränkte Reisende*. 18. Tagung der Gesellschaft für Qualitätswissenschaft e.V. (GQW), Wuppertal, 24./25. Februar 2015.
- Küng, N.: *Sinnlose Unterhaltung? - Das Unterhaltungserleben gehörloser Personen vermittelt durch audiovisuelle Medien*, Dissertation, Universität Wien, 2012, Seite 126.
- Krammer, Klaudia: *Schriftsprachkompetenz gehörloser Erwachsener*. Veröffentlichungen des Forschungszentrums für Gebärdensprache und Hörgeschädigtenkommunikation der Universität Klagenfurt, Band 3, Klagenfurt, 2001, Seite 2
- Muthig, J. (Hrsg.): *Standardisierungsmethoden für die technische Dokumentation*. Tecworld (Stuttgart) 2014.
- Sommer, C.; Sauer, J.; Bartels, S.; Spichal, M.: *Verkehrsnachfrage genau erfassen. Qualitätsstandards und –management bei Fahrgasterhebungen*. In: Der Nahverkehr 5/2011, S. 30-36.
- Stelzer, A.; Englert, F.; Oetting, A.; Steinmetz, R.: *Information Exchange for Connection Dispatching*. EURO – ZEL 2013, 21st International Symposium, 4th – 5th, June 2013, Žilina (Slowakei).
- VDV-Schrift Nr. 301: *Internetprotokoll basiertes integriertes Bordinformationssystem IBIS-IP. Teil 1: Systemarchitektur*, Gesamtbearbeitung 01/2014, VDV (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen).
- VDV-Schrift Nr. 430: *Mobile Kundeninformation im ÖV - Systemarchitektur*. Gesamtbearbeitung 01/2014, VDV (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen)
- VDV-Schrift Nr. 431: *Echtzeit Kommunikations- und Auskunftsplattform EKAP. Teil 1: Systemarchitektur*. Gesamtbearbeitung 02/2014, VDV (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen)
- VDV-Schrift Nr. 453: *Ist-Daten-Schnittstelle*. 05/2013, VDV (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen).
- VDV-Schrift Nr. 454: *Ist-Daten-Schnittstelle Fahrplanauskunft*. 05/2013, VDV (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen).
- VDV-Schrift Nr. 720: *Kundeninformationen über Abweichungen vom Regelfahrplan*. 07/2011, VDV (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen).