

# Nutzerorientierte Visualisierung von Fahrplaninformationen auf mobilen Geräten im öffentlichen Verkehr

Christine Keller<sup>1</sup>, Mandy Korzetz<sup>1</sup>, Romina Kühn<sup>1</sup>, Thomas Schlegel<sup>1</sup>

Juniorprofessur Software Engineering ubiquitärer Systeme, Technische Universität Dresden<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Immer mehr Menschen nutzen Smartphones nicht nur für Telefonate oder SMS-Nachrichten, sondern auch zur E-Mail-Kommunikation, als Spiel- oder als Navigationsgerät. Durch die Nutzung mobiler Geräte werden alle Arten von Informationen mobil verfügbar und abrufbar. Im öffentlichen Personenverkehr (ÖPV) gilt dies zum Beispiel für Fahrplandaten, Abfahrtszeiten oder auch Informationen zu Verspätungen. Wir stellen in diesem Beitrag eine Nutzerklassifikation für Fahrgäste im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) und drei verschiedene Visualisierungen von Fahrplaninformationen für den mobilen Einsatz vor. Diese Visualisierungen wurden mit Benutzern auf ihre Gebrauchstauglichkeit und Verständlichkeit hin evaluiert. Die Evaluationsergebnisse werden in diesem Beitrag ebenfalls vorgestellt und diskutiert.

## 1 Einleitung

Mobile Geräte gehören mittlerweile zum Alltag vieler Menschen und werden für immer mehr und breiter gefächerte Zwecke eingesetzt. Mit sogenannten „Apps“ lassen sich Smartphones dabei für jeden Bedarf ausrüsten. So wird das Smartphone zum Spielzeug, zum mobilen Kalender oder zum Navigationsgerät, E-Mails können abgerufen und beantwortet oder Reisen geplant werden. Smartphones fungieren auf diese Art als mobiler Reisebegleiter und können so Auskunft über Verspätungen im Zugverkehr oder über Staus auf den Straßen geben. Viele Verkehrsverbünde realisieren daher mittlerweile im öffentlichen Personennahverkehr ihre Fahrplanauskunft als Smartphone-Anwendung. Viele solcher Apps werden auch von privaten Entwicklern zur Verfügung gestellt. Fast alle dieser Anwendungen setzen die Fahrplanauskunft ähnlich dem jeweiligen Webinterface um. Das heißt, nach der Eingabe der gewünschten Abfahrts- oder auch Ankunftszeit und dem Start- und Zielpunkt wird eine Auflistung möglicher Fahrten angezeigt. Diese Fahrtenübersicht wird meist als Tabelle dargestellt, was die Übersicht und damit die Fahrtenauswahl, besonders auf kleinen

Smartphone-Bildschirmen, oft erschwert. Zwei Screenshots solcher Anwendungen sind in Abbildung 1 dargestellt. Beide Anwendungen nutzen die tabellenbasierte Ansicht.

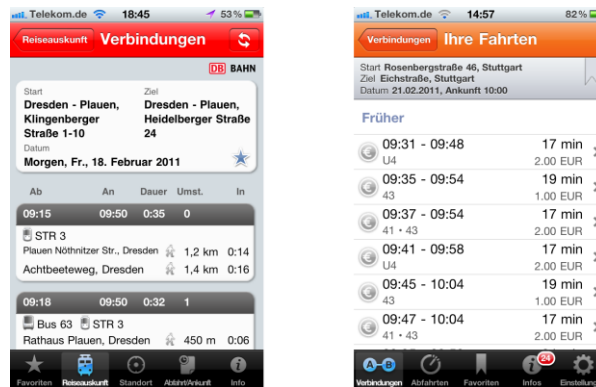


Abbildung 1: DBNavigator von der Deutschen Bahn (links), VVS-App vom Verkehrsverbund Stuttgart

Neue Ansätze zur aufgabengerechten Visualisierung von Fahrplaninformationen auf mobilen Geräten fehlen bisher. Um eine aufgabenangemessene Darstellung zu entwickeln, muss zunächst erhoben werden, in welchen Situationen ein Benutzer sein Smartphone zur Fahrplanauskunft und Reisebegleitung nutzt und welche Informationen für ihn dabei relevant sind. Wir erstellten im Rahmen unserer Arbeit zunächst eine Fahrgastklassifikation, um den Informationsbedarf im öffentlichen Verkehr zu erfassen. Auf Basis des ermittelten Informationsbedarfs wurden dann verschiedene Visualisierungen erstellt. In einer Benutzerstudie wurden diese Visualisierungen als Papierprototyp evaluiert.

## 2 Informationsbedarf im öffentlichen Verkehr

Im öffentlichen Personennahverkehr werden pro Jahr mehr als neun Milliarden Fahrgäste befördert (Verband deutscher Verkehrsunternehmen, 2009). Sehr viele Fahrgäste nutzen Zeitfahrausweise, das bedeutet, sie nutzen regelmäßig die Verkehrsmittel im ÖPNV. Andere Fahrgäste nutzen den ÖPNV hingegen nur sporadisch. Unter den regelmäßigen Nutzern bilden die Pendler eine große Gruppe, die per Bus oder Bahn zum Arbeitsplatz oder zur Ausbildungsstelle gelangen, aber auch im Tourismus und im anlassbezogenen Verkehr spielt der ÖPNV eine große Rolle. Abhängig von der Motivation zur Nutzung des Nahverkehrs unterscheidet sich dabei der Informationsbedarf der Fahrgäste deutlich, ebenso wie die Art der Nutzung einer Fahrplanauskunft auf dem Smartphone. Um den Informationsbedarf der Fahrgäste zu erfassen, ist es nötig, die verschiedenen Hintergründe, Motivationen und Ausgangssituationen für Fahrten im ÖPNV zu kennen. Hierzu wurde im Rahmen unserer Forschungsarbeit in Zusammenarbeit mit Verkehrsbetrieben eine Klassifikation von „typischen Fahrgästen“ erarbeitet. Wir beschränken uns zunächst darauf, den Vorgang der Fahrtenplanung und der Selektion einer gewünschten Fahrt genauer zu betrachten.

Die typischen Fahrgäste im ÖPNV lassen sich einteilen nach der Häufigkeit der Nutzung des ÖPNV, ihrer Ortskenntnis und der Kenntnis des Verbundes – wie beispielsweise der Zoneneinteilung oder der verfügbaren Verkehrsmittel und Linien. Die verschiedenen Nutzertypen sind in Tabelle 1 zu sehen. Für jeden dieser Nutzertypen wurde zunächst eine Persona modelliert, um die möglichen Informationsbedürfnisse der Nutzer herauszuarbeiten. Die Persona wurden dann dahingehend untersucht, wie ein jeweiliger Nutzer eine Fahrt im ÖPNV plant. Einige dieser Persona sollen im Folgenden kurz beschrieben werden.

<b>Nutzertyp</b>	<b>Power User</b>	<b>Pendler</b>	<b>Gelegenheitsnutzer</b>	<b>Tourist</b>	<b>Ad-hoc-Nutzer</b>
<i>Häufigkeit der Nutzung</i>	++	++	+	-	-
<i>Ortskenntnis</i>	++	++	+	--	o
<i>Verbundkenntnis</i>	++	+	o	-	-

Tabelle 1: Klassifikation von Nutzertypen (++ sehr hoch, + hoch, o mittel, - wenig, -- sehr wenig)

**Power User:** Katharina P. ist Lehramtsstudentin in Hannover. Sie besitzt ein Semesterticket für den ÖPNV und nutzt den Nahverkehr daher sehr häufig. Einerseits fährt sie mit dem Bus zu Kursen und Vorlesungen an die Universität, andererseits nutzt sie Bus und Bahn aber auch, um sich mit ihren Freunden in der Stadt zu treffen oder zum Einkaufen. Sie kennt sich dementsprechend gut im Verkehrsnetz aus und ihre Standard-Verbindungen kennt sie auswendig. Daher ist es für sie besonders wichtig, schnell eine gute Übersicht über die verfügbaren Verbindungen zu bekommen. Sie benötigt kaum Informationen zu Linien und Haltestellen, dafür legt sie Wert auf wenige Umstiege und kurze Wartezeiten.

**Ad-hoc-Nutzer:** Walter K. ist Geschäftsmann und nutzt fast ausschließlich seinen Sportwagen als Verkehrsmittel. Ab und zu muss er allerdings sein Auto stehen lassen, so beispielsweise im letzten Winter, als häufig zu viel Schnee lag, um gut per Auto voranzukommen. Wenn Walter K. auf den ÖPNV umsteigt, ist es ihm wichtig, möglichst schnell und ohne Verzögerungen seine Geschäftstermine wahrnehmen zu können. Er kennt das ÖPNV-Netz kaum und braucht daher genaue Informationen, wo und wann er umsteigen muss. Walter K. braucht also einen schnellen Überblick über Fahrmöglichkeiten und Zeiten.

**Tourist:** Simon B. studiert in Cambridge. Er besucht auf einer fünftägigen Städtereise Berlin. Dazu kauft er sich ein Touristen-Ticket, das fünf Tage lang im ganzen Netz gilt. Er war noch nie in Berlin und kennt daher weder das Nahverkehrsnetz noch die Stadt selbst. Ihn interessiert nicht so sehr, wie lange er für Fahrten im Nahverkehr braucht. Ihm ist wichtig, dass er in diesen fünf Tagen so viele Sehenswürdigkeiten wie möglich sehen kann. Er plant seine Tage so, dass er ausgehend von den Haltestellen die Touristenattraktionen in der jeweiligen Umgebung nacheinander besuchen kann. Als Tourist möchte Simon B. genau über Routen, das heißt Linien, Verkehrsmittel und Umstiege informiert werden. Wenn er eine Fahrt plant, geht er von Haltestellen und zu nutzenden Verkehrsmitteln aus. Außerdem braucht er möglichst viele unterschiedliche Kombinationen von Abfahrts- und Ankunftszeiten, um seine Aufenthalte an Sehenswürdigkeiten flexibel planen zu können.

Es ergeben sich nun auf der Basis dieser Betrachtung verschiedene Informationsbedürfnisse. Wir teilen diese Informationen ein in Zeitinformationen, Ortsinformationen und sonstige Informationen. **Zeitinformationen** betreffen die Abfahrtszeiten der Fahrten, die Wartezeiten dazwischen sowie die Fahrdauer. Auch die Dauer und damit Länge der Fußwege zählen wir zu Zeitinformationen. Zu den **Ortsinformationen** gehören generell Informationen über die möglichen Routen zum Ziel. Das beinhaltet Start-, Ziel- und Umsteigehaltestellen sowie die Verkehrslinien. **Sonstige Informationen** sind beispielsweise Informationen zur Barrierefreiheit der Haltestellen und die verwendeten Verkehrsmittel.

Aus der Auswertung der Persona ergaben sich auch verschiedene Planungsszenarien für die Fahrtenplanung im ÖPNV, die wir ebenfalls in drei Kategorien einteilen konnten. Diese Kategorien umfassen einerseits die **zeitbasierte Fahrtenplanung**, die sich stark auf den zeitlichen Verlauf der Fahrt konzentriert, die **ortsbasierte Fahrtenplanung**, die Routeninformationen und Ortsinformationen in den Vordergrund stellt, sowie die **überblicksbasierte Fahrtenplanung** auf Grund schneller Übersicht der relevanten, eventuell auch personalisierten Daten. Im Folgenden wird nun unser Ansatz erläutert, diese Planungsszenarien in drei verschiedene Visualisierungen von Fahrplaninformation umzusetzen. Dazu geben wir zunächst eine Übersicht über mögliche Visualisierungsformen und beschreiben dann, wie mit den einzelnen Visualisierungstechniken anhand der Fahrtenplanungsszenarien drei Visualisierungen von Fahrplaninformation für Smartphones entstanden.

### 3 Visualisierung von Fahrplaninformation für Mobilgeräte

Heute ist der Nutzer von einer Vielfalt und Fülle von Daten umgeben. Diese Datenflut zu analysieren und zu explorieren ist in einer rein textuellen Version mühsam und langwierig und insbesondere auf mobilen Geräten schwierig. Eine geeignete Visualisierung der Daten unterstützt den Nutzer bei der Analyse der Daten oder verhilft zum Überblick (Card et al. 1999; Keim, 2002). Die visuelle Aufbereitung von Daten erleichtert es dem menschlichen Wahrnehmungssystem, Informationen schnell zu verarbeiten und im Vergleich zu rein textuellen Darstellungen weitergehende Zusammenhänge zu erfassen, etwa sich wiederholende Muster (Ware, 2004). Mit Hilfe geeigneter visueller Repräsentationen wird es teilweise erst möglich, bestimmte Merkmale zu erfassen und zu vergleichen. Beispielsweise lässt sich der zeitliche Verlauf von Aktienkursen in einem einfachen 2D-Linien-Graph deutlich schneller erfassen als in Form von mit Zahlen gefüllten Tabellen.

Bei der Benutzung mobiler Geräte hat ein Benutzer häufig nur begrenzte Aufmerksamkeit für die Smartphone-Applikation. Dazu wechselt der Kontext der Benutzung, da das Gerät mobil ist. Das kleine Display begrenzt zudem die darstellbare Informationsmenge (Gong & Tarasewich, 2004). Es ist daher umso wichtiger, dass sich die Darstellung von Fahrplaninformation an der Aufgabenstellung des Benutzers und an der Art der nötigen Daten orientiert. Daher sollen zunächst die darzustellenden Daten kategorisiert werden. Zu

visualisierende Daten lassen sich nach (Mazza, 2009) differenzieren in **zeitbasierte Daten**, dies sind Daten, die in einer zeitlichen Abhängigkeit stehen. Weiterhin werden **netzwerkbasierte Daten** unterschieden, Daten zwischen denen sich Relationen herstellen lassen. Dazu kommen **mehrdimensionale Daten**, eine Kategorie, in die Daten mit mehreren Attributen fallen. Je nach der Art der Daten bieten sich nun unterschiedliche Visualisierungstechniken an. Fahrplandaten können einerseits als zeitbasierte Daten gesehen werden, da jede Fahrt in einer zeitlichen Abhängigkeit zu anderen Fahrten und zum Fahrgast steht sowie die Fahrt für sich einen zeitlichen Verlauf darstellt. Sie können allerdings auch als netzwerkbasierte Daten gesehen werden: Haltestellen stehen in örtlichen Relationen zueinander und Routen stellen eine Folge von Orten dar. Auch die Sicht auf Fahrplandaten als mehrdimensionale Daten ist möglich: Indem eine Fahrt als Datum betrachtet wird und dann entsprechende Attribute zugeordnet werden – wie zum Beispiel die Dauer einer Fahrt und die Anzahl der Umstiege.

Diese Visualisierungstechniken eignen sich gut zur Umsetzung der bereits vorgestellten Fahrtenplanungsszenarien für **zeitbasierte**, **ortsbasierte** und **überblicksbasierte** Fahrtenplanung. Aufbauend darauf wurden daher drei Visualisierungen entwickelt, die die unterschiedlichen Planungsszenarien berücksichtigen und die verschiedenen Möglichkeiten zur Einordnung und Darstellung der Fahrplandaten nutzen. Ausgangspunkt aller Visualisierungen ist eine bereits reduzierte Datenmenge, da die für den Nutzer interessanten Fahrten durch vorherige Angabe des Start- und Zielortes, sowie der gewünschten Startzeit, bzw. alternativ durch vorherige Angabe der Ankunftszeit stark eingegrenzt werden können.

### 3.1 Balken-Visualisierung

Angelehnt an das Konzept von Plaisant et al. werden bei der Balken-Visualisierung die Daten als Lebenslinien repräsentiert (Plaisant et al. 1998). Dabei stellt eine Fahrt eine horizontale Lebenslinie dar. Ein farbiger horizontaler Balken zeigt an, dass hier eine Fahrt mit einem bestimmten Verkehrsmittel stattfindet. Die Art des Verkehrsmittels wird über die Farbe des Balkens kodiert (siehe Abbildung 2).

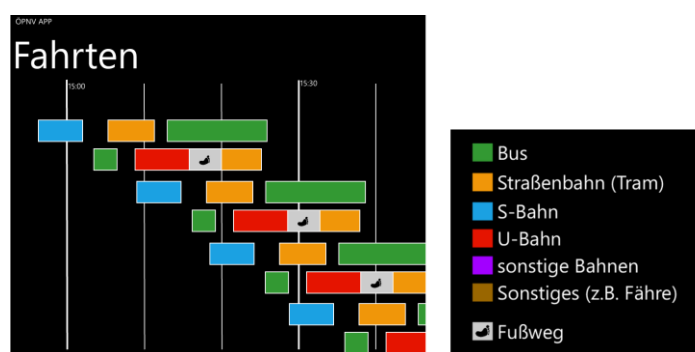


Abbildung 2: Visualisierung von ÖPNV-Fahrten als **Balken** und Farbcodierung der Verkehrsmittel

Die Balken werden in ein zeitliches Raster<sup>1</sup> eingeordnet, so dass sich Startzeit und Ankunftszeit für diesen Teilabschnitt der Fahrt ablesen lassen. Zwischenräume stehen für Wartezeiten. Mögliche Fußwege innerhalb der Fahrten werden ähnlich wie eine Fahrt mit einem Verkehrsmittel als Balken dargestellt, da auch hier eine Bewegung von Ort A nach Ort B stattfindet. Sie werden grau gefärbt. Abbildung 2 zeigt ein mögliches Beispiel für eine Suchanfrage. Der Betrachter kann hier erkennen, dass es sich um zwei gleiche Routen in periodisch wiederholten Zeitabständen handelt. Die Balken-Visualisierung stellt eine Repräsentation hauptsächlich zeitbasierter Daten und Zeitinformationen dar und kann daher gut für die zeitbasierte Fahrtenplanung genutzt werden. Sie eignet sich daher insbesondere für den Ad-hoc Nutzer, der vor allem an Zeitinformation interessiert ist.

### 3.2 Graph-Visualisierung

Betrachtet man die Datenmenge einer Suchanfrage, haben alle Fahrten Start- und Zielort gemein. Dieser Fakt wird bei dieser Visualisierung genutzt, um einen einfachen Graphen zwischen Start- und Zielort aufzubauen. Die Graph-Visualisierung greift Ortsinformationen als netzwerkbasierter Daten auf und unterstützt die ortsbasierte Fahrtenplanung. Start- und Zielort werden jeweils durch ein schwarzes Rechteck repräsentiert (vgl. Abbildung 3 links). Eine Verbindung von Rechteck zu Rechteck repräsentiert eine mögliche Route vom Start zum Zielort. Auch hier findet sich die farbliche Kodierung der Verkehrsmittelart, die bereits bei der Balken-Visualisierung Anwendung gefunden hat. Zusätzlich zur Verkehrsmittelart erhält der Nutzer die Information, um welche Linie es sich handelt, in Form der Liniennummer auf der Verbindungslinie. Einzelne Teilabschnitte einer Route sind durch eine Uhrgrafik verbunden, die die Wartezeit an diesem Punkt veranschaulicht. Anders als bei der Balken-Visualisierung kann man bei dieser Art von Visualisierung die Struktur der unterschiedlichen Routen, d.h. Umstiege und Verkehrsmittel einschließlich ihrer Liniennummern gut miteinander vergleichen, was sich für den vorgestellten Fahrgast-Typen des Touristen eignet, dem die Verbundstruktur unbekannt ist und der genaue Informationen zu Umsteigepunkten und Verkehrsmitteln benötigt. Indem man eine Route auswählt, erhält man Informationen über Abfahrtszeiten und die Dauer der Teilabschnitte. Wird eine Route ausgewählt, werden in den beiden Kästen die möglichen Start- und Zielzeiten angegeben. Außerdem wird über den einzelnen Fahrtendarstellungen die Dauer der Fahrt mit dem jeweiligen Verkehrsmittel angegeben.

### 3.3 Matrix-Visualisierung

Angelehnt an die Idee pixelorientierter Visualisierungstechniken zur Darstellung mehrdimensionaler Daten (Keim, 2000) wurde auch eine Visualisierung von Fahrplandaten erarbeitet, die es dem Nutzer ermöglichen soll, die für ihn optimale Fahrt schnell zu finden. Sie ist daher optimiert auf Power User, die gute Orts- und Verbundkenntnis besitzen und eher einen schnellen Überblick benötigen. Es liegt hier die überblicksbasierte

---

<sup>1</sup> das Konstrukt „Zeit“ ist hierbei in horizontaler Richtung abgetragen

Fahrtenplanung zu Grunde. Auf Basis der vorliegenden Suchanfrage werden neun Fahrten präsentiert, angeordnet in einer 3x3-Matrix, (siehe Abbildung 3 rechts). Jede Zelle der Matrix enthält einen Datensatz, also eine Fahrt. Das Schema rechts in der Abbildung 3 zeigt den Aufbau eines Datensatzes. Der konkrete Wert eines Feldes in einem Datensatz wird über eine Farbskala von grün bis rot kodiert – ein bewährtes Farbkodierungssystem (Ware, 2004) auf Basis der Ampelmetapher.

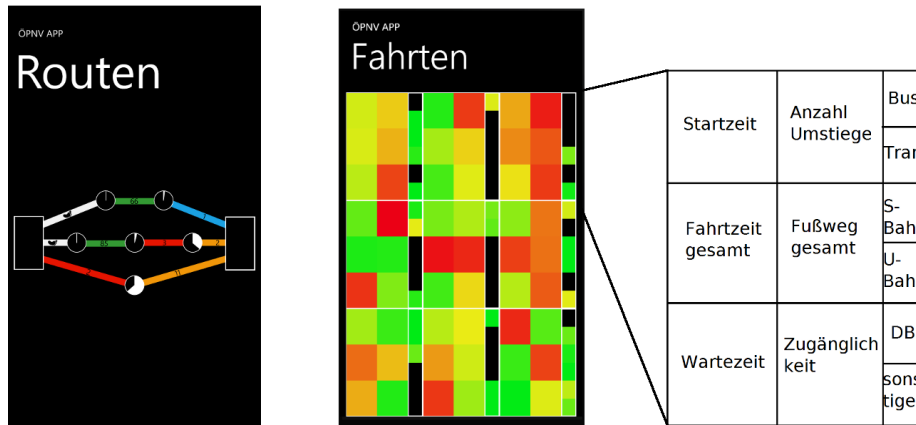


Abbildung 3: Visualisierung von ÖPNV-Fahrten als **Graph** und als **Matrix**

Die erste Spalte dient der temporalen Bewertung, beginnend mit der Startzeit der Fahrt. Liegt die Startzeit nahe an der gewünschten Startzeit, findet sich hier ein grüner Farbwert. Im Feld darunter findet sich eine Angabe zur Dauer der Fahrt insgesamt. Grün steht hier für eine kurze Fahrdauer, rot für eine lange. Die gesamte Wartezeit wird entsprechend im letzten Feld der ersten Spalte kodiert. Die zweite Spalte beginnt mit der Anzahl der Umstiege, wobei ein grüner Farbwert für keine bis wenige Umstiege steht. Beinhaltet die Fahrt einen langen Fußweg, besitzt das zweite Feld der zweiten Spalte einen Rot-Ton, wenig bis kein Fußweg wird entsprechend grün kodiert. Das letzte Element der Spalte zeigt die Barrierefreiheit aller in der Verbindung enthaltenen Ein- und Ausstiegspunkte. Ein sattes Grün steht hierbei für eine barrierefreie Fahrt. Die dritte und letzte Spalte des Datensatzes macht Angaben über die Verkehrsmittel, die zur Fahrt gehören. Hierzu zählen Bus, Tram, S-Bahn, U-Bahn, sonstiger Bahnverkehr und sonstige Verkehrsmittel wie z.B. Fahren. Ist ein Feld nicht schwarz, ist diese Art von Verkehrsmittel in der Fahrt enthalten. Ein gelber Farbton zeigt die häufige Nutzung des Verkehrsmittels an, grün bedeutet die weniger häufige Nutzung.

## 4 Benutzerstudie

Im Rahmen einer Benutzerstudie mit insgesamt 13 Probanden wurde die Gebrauchstauglichkeit und Verständlichkeit der drei Visualisierungen in Form von Papierprototypen bewertet. Mögliche Interaktionen wurden erläutert und zum Teil dargestellt. Die Befragung zielte aber auf eine Bewertung der Eignung der Visualisierungen zum Überblick über vorgeschlagene Fahrten im ÖPNV, nicht der Interaktionsmöglichkeiten. Bei den verwendeten Verbindungsdaten handelt es sich um reale Daten aus dem Dresdner Nahverkehr. Für die Studie wurden zwei Verbindungsanfragen konstruiert und für jede der drei Visualisierungen eine Abbildung für die Ergebnisse zu diesen Verbindungsanfragen realisiert. Die Aufgabe der Probanden bestand darin, jeweils die Verbindungen mit den kürzesten Wartezeiten, Wegstrecken, Fußwegen und den wenigsten Umstiegen zu identifizieren. Auf einem Fragebogen sollten die Versuchspersonen Angaben zu Kriterien wie Verständlichkeit oder Übersichtlichkeit der einzelnen Abbildungen machen.

Für die **Auswertung** der Studie wurden zunächst die Lösungen zu den Aufgaben untersucht. Der Großteil der Probanden konnte die gestellten Aufgaben mit Hilfe der Abbildungen richtig beantworten. Einzelne Abweichungen können auf unterschiedliche Betrachtungsweisen, unterschiedliche Interpretation der Abbildungen aber auch auf ungenaues Arbeiten zurückgeführt werden. Für die Auswertung des Fragebogens wurden die Tendenzen der Antworten auf die einzelnen Fragen in Tabelle 2 zusammengefasst. Dabei wird deutlich, dass sowohl die Balken- als auch die Graph-Visualisierung von den Probanden verhältnismäßig gut eingeschätzt wurden. Die Graph-Visualisierung wurde insgesamt etwas besser beurteilt als die Balken-Visualisierung, was vermutlich darauf zurückzuführen ist, dass das Paradigma der Routendarstellung als Graph den meisten Benutzern aus dem ÖPNV bereits bekannt ist. Einige Probanden betonten im Freitext des Fragebogens dann auch die leichte Verständlichkeit dieser Visualisierung. Die meisten Probanden schätzten den Lernaufwand für die Matrix-Visualisierung als sehr hoch ein und konnten die gestellten Aufgaben nur mit Hilfe der beigelegten Legende lösen. In der Auswertung des Fragebogens ergibt sich generell ein neutrales Bild. Abschließende Gespräche mit den Probanden sowie die Auswertung der Freitexte auf den Fragebögen ergaben allerdings, dass diese Möglichkeit der Informationsanzeige großes Interesse geweckt hat. Insbesondere die Möglichkeit des schnellen Überblicks wurde positiv eingeschätzt.



Visualisierung Bewertungskriterium	Balken- Visualisierung	Graph- Visualisierung	Matrix- Visualisierung
Verständlichkeit	+	+	o
Übersichtlichkeit	+	+	o
Ästhetik	o	+	o
Informationsgehalt	+	+	+
Lernaufwand	+	+	-
Eignung in mobilen Situationen	o	+	o
Ortsinformationen	o	+	-
Zeitinformationen	+	+	o
Überblicksinformationen	o	o	+

Tabelle 2: Auswertung der Visualisierungen nach verschiedenen Kriterien: gut (+), neutral (o), schlecht (-)

Die Balken-Visualisierung zeigte schlechte Vergleichsmöglichkeiten der Warte- und Fahrtzeiten, was die Probanden eher negativ bewerteten. Für die Graph-Visualisierung bestand das größte Hindernis der Probanden darin, dass die Länge der Kanten (Fahrten) nicht mit der Dauer der jeweiligen Fahrt korrespondiert. Der hohe Lernaufwand und die Ungenauigkeit der Vergleichswerte wurden für die Matrix-Visualisierung als Probleme gesehen. Für alle drei Visualisierungen gilt, dass das Fehlen genauer Start- und Ankunftszeiten auf einen Blick bemängelt wurde. Das nötige Einblenden der Zeiten in der Graph-Visualisierung wurde als zu aufwändig betrachtet. Da die vorliegenden Visualisierungen nur als Realisierung einer ersten Fahrtenübersicht vorgesehen sind, sollen im weiteren Verlauf unserer Arbeit Detailansichten und erweiterte Interaktionsmöglichkeiten entwickelt werden. Zusätzlich zu den genauen Abfahrts- und Ankunftszeiten wurde von den Probanden die Anzeige genauerer Warte- und Fahrtzeiten, sowie der Haltestellennamen auf der Route gewünscht.

## 5 Diskussion und Zusammenfassung

Um neuartige Visualisierungen von Fahrplaninformationen für Smartphones zu entwickeln, identifizierten wir typische Fahrgastgruppen. Daraus ließen sich verschiedene Informationsbedürfnisse und Vorgehensweisen zur Planung von Fahrten ableiten. Wir konnten drei verschiedene Darstellungen für Fahrtenübersichten erarbeiten. Im Rahmen unserer Benutzerstudie konnten die Probanden die ihnen gestellten Aufgaben zur Fahrtenplanung gut bewältigen und bewerteten die neuen Darstellungen überwiegend gut. Die Matrixvisualisierung, als diejenige Darstellung, die am entferntesten von üblichen Fahrplandarstellungen ist, schnitt am schlechtesten ab, wurde aber als interessanter Ansatz beurteilt. Insbesondere in diesem Fall wünschten sich die Probanden zusätzliche Informationen und Interaktionsmöglichkeiten. Es ist eindeutig, dass die vorgelegten Visualisierungen für die Nutzung zur Fahrplaninformation und Reisebegleitung nicht

ausreichen. Wir planen daher die Erarbeitung von Detailansichten für die einzelnen Darstellungen, die im jeweiligen Paradigma der Informationsvisualisierung bleiben, den Benutzer aber umfassend und genau informieren. Ebenso in Planung ist, die Darstellungen mit zusätzlichen Interaktionsmöglichkeiten zu versehen, die dem Benutzer die Exploration der Daten ermöglichen. Hier sind sehr viele verschiedene Ansätze möglich. Im Falle der Balken-Visualisierung ist die Detailansicht der Fahrten so geplant, dass eine der Fahrten hervorgehoben und mit zusätzlichen Informationen versehen wird, während die übrigen Fahrten im Hintergrund verbleiben. Das Antippen von Umsteigehaltstellen soll die übrigen Fahrten hieran ausrichten und so beispielsweise den Vergleich von Fahrten ermöglichen, die denselben Umsteigebahnhof enthalten. Dieses interaktive Ausrichten der Fahrten ist auch für Zeitinformationen denkbar. Im Falle der Graph-Visualisierung muss über die Möglichkeit einer Korrelation zwischen Balkenlänge und Fahrtzeiten nachgedacht werden. Weitere Details sollten sich auf Wunsch einblenden und leicht vergleichen lassen. Für die Matrix-Visualisierung sind innovative und trotzdem erwartungskonforme Ansätze zur Unterstützung des Fahrgastes bei der Benutzung der Applikation gefragt, um den Lernaufwand zu verringern. Hier bieten sich weitere Interaktionsmöglichkeiten an, die jeweils eine bestimmte Information in den Mittelpunkt stellen und so die Vergleichbarkeit der Fahrten erhöhen.

Die vorgestellten Visualisierungen von Fahrplaninformation für mobile Geräte gehen neue Wege zur Fahrtenplanung und Reisebegleitung. Alle drei stellen vielversprechende Ansätze zur weiteren Entwicklung von Fahrplaninformationssystemen für Smartphones dar. Ausgehend von den Ergebnissen unserer Benutzerstudie werden sie im Verlauf unserer Arbeit weiterentwickelt werden. Die Integration zusätzlicher Informationen, Interaktionen und Dienste, sowie die Verarbeitung und Anzeige von Echtzeitinformationen, zum Beispiel im Falle von Verspätungen, stellen hier interessante Herausforderungen dar.

### **Danksagung**

Teile dieser Arbeit wurden im Rahmen des Forschungs- und Standardisierungsprojekts „IP-KOM-ÖV“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) unter dem Förderkennzeichen 19 P 100030 gefördert.

### **Literaturverzeichnis**

- Card, S. K.; Mackinlay, J. D. & Shneiderman, B. (1999). *Readings in Information Visualization: Using Vision to Think (Interactive Technologies)*. Morgan Kaufmann.
- Gong, J. & Tarasewich, P. (2004). Guidelines for handheld mobile device interface design.. *Proceedings / Annual DSI Meeting*.
- Keim, D. (2000). Designing pixel-oriented visualization techniques: theory and applications. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 6(1), 59-78.
- Keim, D. A. (2002). Information Visualization and Visual Data Mining. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, vol. 8 no., 1-8.
- Mazza, R. (2009). *Introduction to Information Visualization*. Springer.

Plaisant, C., Mushlin, R., Snyder, A., Li, J., Heller, D., & Shneiderman, B. (1998). LifeLines: using visualization to enhance navigation and analysis of patient records. *Proceedings / AMIA ... Annual Symposium. AMIA Symposium*, 76-80.

Verband deutscher Verkehrsunternehmen. (2009). *VDV-Statistik*. Köln.

Ware, C. (2004). *Information Visualization: Perception for Design* (2. Ausg.). Morgan Kaufmann.

### **Kontaktinformationen**

Dipl.-Inf. Christine Keller, Mandy Korzetz, Dipl.-Medieninf. Romina Kühn

Jun.-Prof. Dr.-Ing Thomas Schlegel

Technische Universität Dresden, Juniorprofessur Software Engineering ubiquitärer Systeme

Nöthnitzer Straße 46

D-01187

Dresden

E-Mail: {Christine.Keller, Romina.Kuehn, Thomas.Schlegel}@tu-dresden.de,  
mandy.korzetz@gmail.com}