

## **A.1 Mobile Reisebegleitung mit NFC-Unterstützung**

*Jörn Pfanstiel<sup>1</sup>, Christine Keller<sup>1</sup>, Alexandra Funke<sup>1</sup>,  
Tristan Heinig<sup>1</sup>, Thomas Schlegel<sup>1</sup>*

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

### **Zusammenfassung**

Die zunehmende Nutzung [1] persönlicher mobiler Geräte durch immer mehr Fahrgäste des öffentlichen Personenverkehrs (ÖPV) begünstigt die Entwicklung neuer Applikationen, die den allgegenwärtigen Zugriff auf domänenspezifische Inhalte und Echtzeitdaten über variable Schnittstellen und Informationskanäle realisieren. Near Field Communication (NFC) gilt in diesem Zusammenhang als eine vielversprechende Technologie, die neben kontaktloser Datenübertragung auch Bezahlvorgänge direkt über das mobile Endgerät ermöglicht. Mit Blick auf die unterschiedlichen Einsatzmöglichkeiten von NFC in der mobilen Reisebegleitung wird in diesem Beitrag eine ikonografische Klassifikation für die visualisierte Analyse von Anwendungsszenarien vorgestellt, welche zur Planung ubiquitärer Applikationen im ÖPV eingesetzt werden kann.

### **1 Einleitung**

Mit dem Smartphone oder Tablet jederzeit und überall Informationen abzurufen, ist für viele Menschen zu einer Selbstverständlichkeit geworden. Diese allgegenwärtige Nutzung wird durch die zunehmende Verbreitung leistungsstarker mobiler Endgeräte und den nahezu flächendeckenden Zugang zu performanten Funknetzwerken begünstigt. Mit Blick auf die Bereitstellung von Inhalten und Daten wirkt sich diese Entwicklung entsprechend deutlich auf solche Bereiche und Anwendungsfelder aus, bei denen der Aspekt Mobilität eine entscheidende Rolle spielt - was beispielsweise beim öffentlichen Personenverkehr (ÖPV) der Fall ist.

Dienste und Anwendungen der Domäne ÖPV profitieren hierbei nicht nur von der steigenden Verfügbarkeit von Echtzeitdaten [2], sondern auch von der Weiterentwicklung und Verbreitung von Technologien zur Identifikation und Datenübertragung, wie etwa der Near Field Communication (NFC)[3].

Die vermehrt mit NFC-Chips ausgestatteten privaten Mobilgeräte von Nutzern des öffentlichen Personenverkehrs können zum kontaktlosen Senden und Empfangen von Daten über kurze Entfernungen eingesetzt werden. Hierdurch ergeben sich interessante Möglichkeiten zur Unterstützung von ÖPV-Nutzern [4].

Wie die NFC-Technologie in Reisebegleitungsszenarien im öffentlichen Verkehr integriert werden kann, wurde im Rahmen des Forschungs- und Standardisierungsprojektes IP-KOM-ÖV analysiert. Die in diesem Zusammenhang vorgenommenen Untersuchungen ließen sich durch eine Visualisierung der taxonomischen Datenklassifikation unterstützen. Hierbei erleichterte die visuelle Darstellung die Zuordnung beziehungsweise Kombination von Informationen und Anwendungsfällen zu Szenarien für die Planung des tatsächlichen Einsatzes von NFC-Technologie und mobilen Applikationen.

## **2 Reisebegleitung mit mobilen Geräten im ÖPV**

Reisebegleitung von Fahrgästen im öffentlichen Personenverkehr auf mobilen Geräten beginnt bei der Planung einer Reise. Diese kann im Vorfeld stattfinden oder aber ad hoc vor Ort, beispielsweise direkt am Bahnhof. Nach den notwendigen Angaben zum Startpunkt und Reiseziel werden dem Nutzer passende Verbindungen vorgeschlagen, die sich über einschränkende Angaben, wie Abfahrts- und Ankunftszeit oder die Verkehrsmittelwahl weiter optimieren lassen. Während der Reise sind möglicherweise Umstiege nötig, es können Störungen oder Verzögerungen auftreten, die eine Änderung der Verbindung oder auch eine Neuplanung nötig machen. Über sein mobiles Endgerät kann der Fahrgast in solchen Situationen hilfreiche Informationen abrufen, die ihm eine komfortable Fortsetzung der Reise ermöglichen. Während der Reise besteht zudem der Zugriff

---

auf weitere Inhalte, die für den Fahrgast im Rahmen der Reisebegleitung relevant sein können. So unterstützen mobile Applikationen das Auffinden von Übernachtungsmöglichkeiten, Restaurants und anderen Points of Interest (POI) oder helfen bei der Identifizierung alternative Anbindungen per Taxi oder Fahrrad.

Der Ausbau von Angeboten, die dem Fahrgast eine schnelle, flexible und unkomplizierte Nutzung des ÖPV und damit verbundener Dienste über sein mobiles Endgerät bieten, geht einher mit einer steigenden Verknüpfung von digitalen Daten und der physischen Welt. Um den Nutzern mobiler Endgeräte den einfachen Zugriff auf die vielfältigen und komplex vernetzen Inhalte zu gewährleisten, sind bei der Planung entsprechender Angebote passende Methoden anzuwenden, die den Nutzungskontext und die erweiterte Technologieintegration fassbar machen und für die Umsetzung operational verwendbar sind.

## **2.1 Methode der visuellen Analyse**

In Projekten für den öffentlichen Verkehr sind verschiedene Stakeholder beteiligt. Dazu gehören neben den Verkehrsbetrieben und Verkehrsverbänden auch öffentliche Institutionen, Softwarehersteller, Bauunternehmen und weitere technische Dienstleister. Bei derartigen Kooperationen gilt es schon in der Analysephase Sprach- und Wissensbarrieren abzubauen, die durch verschiedene Hintergründe und unterschiedliche Technologiekenntnis der Stakeholder entstehen. Die Analysephase visuell zu unterstützen kann Barrieren abbauen und das Verständnis zwischen den Beteiligten fördern. Hier bieten sich beispielsweise Storyboards als Analyseinstrument zur Entwicklung und Kommunikation von Szenarien an [6, 7]. Auch Persona haben sich bereits als wichtige Instrumente zur Erhebung von Nutzergruppen erwiesen, insbesondere auch im öffentlichen Verkehr [8]. NFC Anwendungen werden zunächst meist datengetrieben entwickelt, da sowohl über die Art der zum Einsatz kommenden NFC Technologie als auch über die zu übertragenden Informationen und deren Nutzung in einer zu entwickelnden Applikation entschieden werden muss. Es bietet sich daher an, die

verschiedenen Einsatzmöglichkeiten und Anforderungen zu klassifizieren. Um diese Analyse mit allen Stakeholdern diskutieren zu können, wurde wiederum auf eine visuelle Analyse zurückgegriffen. Hierzu wurde die taxonomische Klassifikation in eine ikonografische Darstellung überführt. Auf Basis dieser Ikonografie kann dann die Klassifikation verschiedener Einsatzszenarien durch eine visuelle Darstellung der involvierten Informationen und NFC Betriebsarten durchgeführt werden. Darauf aufbauend lassen sich dann Klassen von umsetzbaren Anwendungsfällen entwickeln, die durch die nötige NFC Technologie und die Art der vermittelten Information charakterisiert werden. Die durchgehend visuelle Reflektion erlaubt die einfache Diskussion mit allen Stakeholdern und verringert Sprach- und Wissensbarrieren in der Analysephase.

## **2.2 Near Field Communication**

NFC ist eine Technologie zum drahtlosen Datenaustausch auf kurze Distanz (bis max. 10 cm) zwischen einem oder mehreren NFC-fähigen Geräten beziehungsweise zwischen einem NFC-Gerät und einem NFC-Tag. NFC-Geräte können, im Unterschied zu RFID (Radio Frequency Identification), sowohl als Transponder als auch als Lesegerät eingesetzt werden. Für letzteres benötigt der Transponder eine eigene Energieversorgung. Im Gegensatz zu diesen aktiven NFC-Transmittern beziehen passive Transponder ihre Energie aus dem vom Lesegerät erzeugten elektromagnetischen Feld. Die passiv arbeitenden NFC-Tags können auf einfache Art und Weise an beliebige Objekte angebracht werden. Nähert sich ein NFC-fähiges Mobilgerät dem Auslesebereich beziehungsweise NFC-Kontaktpunkt, lassen sich die auf dem Tag gespeicherten Informationen schnell und unkompliziert auslesen. Abgesehen von der Datenübertragung ist im öffentlichen Personenverkehr auch die Möglichkeit relevant, über NFC-Geräte Zahlungen abzuwickeln und Tickets zu übertragen.

Auf Grund ihrer geringen Größe, der Unabhängigkeit von einer eigenen Energieversorgung und den geringen Produktionskosten eignen sich passive NFC-Tags für einen umfangreichen und vielfältigen Einsatz im öffentlichen Raum.

---

Eingebettet in Plakaten, Informationsaushängen oder kleinen Stickern ermöglichen Sie dem Fahrgast den schnellen Zugriff auf digitale Informationen, passend zum jeweiligen Kontext. So lassen sich beispielsweise Namen von Haltestellen, Verkehrslinien und URLs die weiterführende Informationen anbieten auf einfache Weise mit dem mobilen Endgerät erfassen und müssen nicht mehr von Hand eingegeben werden.

### 2.3 Klassifikation ÖPV-relevanter Eigenschaften von NFC

NFC zur Nutzung mit mobilen Geräten kann auf vielfältige Weise zum Einsatz kommen. Für eine Differenzierung des Anwendungsspektrums von NFC in der Reisebegleitung wurden im Rahmen einer szenariogebundenen Analyse relevante Eigenschaften von NFC-Tags respektive NFC-Kontaktpunkten identifiziert. Aufbauend auf den gefundenen Merkmalen konnte eine Klassifikation von NFC-übertragbaren Informationen abgeleitet werden, die eine übersichtliche Darstellung der unterschiedlichen Einsatzmöglichkeiten und Anforderungen von NFC im öffentlichen Nahverkehr bietet.

Ein erstes Unterscheidungskriterium liefert die für den konkreten Anwendungsfall verwendete **NFC-Betriebsart**. Hierbei wird standardmäßig [5] zwischen den drei folgenden Funktions-Modi unterschieden:

**Reader/Writer:** Dieser Modus ermöglicht das Lesen und Beschreiben passiver NFC-Tags. Die auf einem passiven Tag hinterlegten Inhalte können in unterschiedlicher Form vorliegen, z.B. als Texte, E-Mail-Adressen, Web-Links oder auch Konfigurationsdaten für WLAN- oder Bluetooth-Verbindungen.

**Card/Tag Emulation:** In dieser Betriebsart emuliert das NFC-Gerät kontaktlose Chipkarten und kann für Bezahlvorgänge oder für Authentifizierungs-beziehungsweise Aktivierungsvorgänge (z.B. Auf- und Zuschließen von Türen) verwendet werden.

**Peer-to-Peer:** Findet ein Austausch beliebiger Daten (z.B. Dateien, Kontakte, Handover-Parameter zum Aufbau einer schnelleren Verbindung) zwischen zwei

oder mehreren NFC-Geräten statt, befinden diese sich im sogenannten Peer-to-Peer-Modus.

Neben ihrer Funktionsweise lassen sich NFC-Tags auch hinsichtlich der von ihnen übertragenen Informationen charakterisieren. Im Zuge der Analyse ließen sich fünf verschiedene Aspekte voneinander abgrenzen, die die grundlegenden Eigenschaften NFC-spezifischer Inhalte beschreiben.

**Informationshinterlegung:** Die auf einem NFC-Tag vorhandenen Inhalte können entweder vollständig hinterlegt sein (z.B. Telefonnummer) oder in Form eines Informationslinks vorliegen, über den weitere Daten abrufbar sind (z.B. Weblink). Die Art der Informationshinterlegung wird als **direkt** bezeichnet, wenn die NFC-Daten eine vollständig hinterlegte Informations-Einheit darstellen. Handelt es sich bei den übertragenen Inhalten um Konfigurationsdaten für alternative Datenübertragungstechnologien (z.B. Bluetooth) oder um einen Verweis, der den Nutzer auf extern hinterlegte Inhalte weiterleitet, wird diese Art der Informationshinterlegung als **indirekt** bezeichnet.

**Zugänglichkeit:** Nicht alle auf einem NFC-Tag hinterlegten Informationen müssen als frei lesbare Daten vorliegen. Inhalte können so codiert sein, dass diese nur über eine spezielle Applikation nutzbar sind. Demzufolge wird diese Einschränkung der Zugänglichkeit **applikationsgebunden** genannt. **Nutzergebunden** sind solche Inhalte, die nur für einen bestimmten Nutzerkreis zugänglich sind und daher Authentifizierung erfordern, beispielsweise um Inhalte auf einer Website freizugeben.

**Anbieter:** In Bezug auf die betrachtete Domäne des öffentlichen Personenverkehrs können die über einen NFC-Kontaktpunkt konsumierbaren Inhalte entweder von einem **Verkehrsunternehmen** stammen oder von einem **Drittanbieter** kommen, der z.B. Werbeplakate mit NFC-Tags ausrüstet.

**Änderungshäufigkeit:** Je nach Anwendungsfall können die hinterlegten Informationen häufiger oder selten bis nie aktualisiert werden. Dementsprechend werden NFC-Tags mit sich oft ändernden Inhalten als **dynamisch** und solche die kaum aktualisiert werden als **statisch** bezeichnet.

**Gültigkeit:** Die Gültigkeit angebotener Informationen auf NFC-Tags ist auf unterschiedliche Art einschränkbar. Einerseits kann der Zugriff auf Inhalte nur für bestimmte Zeiträume erlaubt sein, was als **zeitbezogen** bezeichnet wird. Zum anderen können die hinterlegten Informationen nur **lokal**, an einem bestimmten Ort gültig sein (z.B. Name der Haltestelle) oder an mehreren Punkten des Streckennetzes abgerufen werden, was dementsprechend als **global** definiert wird. Beziehen sich die Informationen an einen bestimmten Kontext (z.B. Straßenbahnlinie) beziehungsweise ein bestimmtes Objekt (z.B. Straßenbahn), heißen sie **entitätsgebunden**.

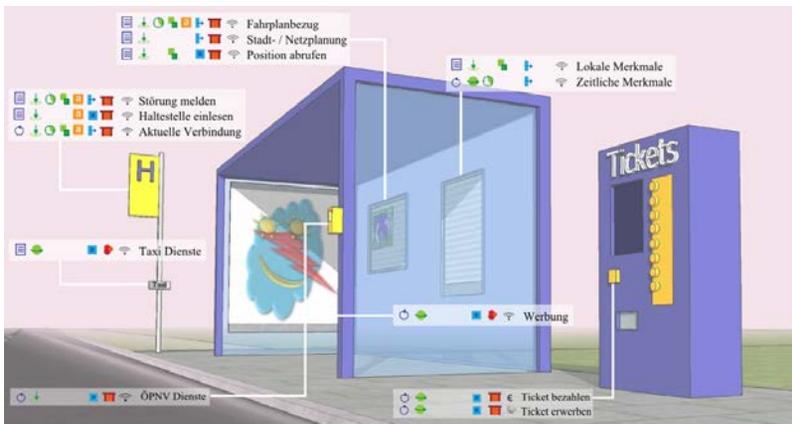
Um die taxonomische Klassifikation für die visuelle Analyse typischer Anwendungsfälle einzusetzen, erfolgte eine grafische Übersetzung der klassifizierten Eigenschaften. Die resultierende Ikonografie ist in Abb. 1 dargestellt.

Icon	Eigenschaft	Icon	Eigenschaft
	direkt		applikationsgebunden
	indirekt		nutzergebunden
	lokal		Verkehrsbetrieb
	global		Drittanbieter
	zeitbezogen		Reader / Writer Mode
	entitätsbezogen		Card / Tag Emulation
	statisch		Peer - to - Peer
	dynamisch		

**Abbildung 1: Klassifikation informationsspezifischer Eigenschaften von NFC-Tags**

## 2.4 NFC-Einsatz in Reisebegleitungsszenarien

Zur Betrachtung der Einsatzmöglichkeiten von NFC wurden verschiedene Anwendungsfälle in Reisebegleitungsszenarien identifiziert. Diese lassen sich in Anwendungsfälle an Bahnhöfen und Bushaltestellen sowie Anwendungsfälle im Fahrzeug unterscheiden. In einer visualisierten Analyse wurden die für den jeweiligen Anwendungsfall via NFC zur Verfügung stellbaren Daten dem Anwendungsfall zugeordnet.



**Abbildung 2: Einsatz von NFC Technologie an der Bushaltestelle**

Die identifizierten Anwendungsmöglichkeiten von NFC an einer Bushaltestelle sind in Abbildung 2 dargestellt. An Haltestellen bietet sich, abgesehen von der Option Fahrkarten zu erwerben und zu bezahlen, vor allem die Verwendung passiver Tags an, deren Inhalte per Reader/Writer-Modus eingelesen werden. Von Seiten der Verkehrsbetriebe eignen sich hierfür typischerweise solche Informationen, die Auskunft zu den verkehrenden Linien, dem allgemeinen Fahrplan und Streckennetz, sowie zu Abfahrts- und Wartezeiten geben. Ebenso finden Drittanbieter vielfältige Möglichkeiten Nutzern über NFC-Tags den einfachen Zugriff auf direkt (z.B. Taxirufnummer) oder indirekt (z.B. Aktions-

---

Website) hinterlegte Inhalte zu ermöglichen. Lokale Merkmale, wie beispielsweise Angaben zu öffentlichen Toiletten in der Nähe und zeitliche Merkmale wie nicht im regulären Fahrplan erfassten Sonderfahrten (Schulbus, Shuttelbusse zu Veranstaltungen, etc.) ergänzen das leicht erfassbare Informationsangebot.

Die Übertragung der informationsspezifischen Eigenschaften aus der visuellen Analyse in eine reduziertere Form, verdeutlicht die Nützlichkeit der entwickelten Ikonografie. Die vielfältigen Konstellationen charakteristischer Informationen auf NFC-Tags lassen sich mit Icons kompakter darstellen, als in reiner Textform. Ein Beispiel für eine tabellarisch strukturierte Übersicht von Anwendungsfällen, die in einem Fahrzeug vorhanden sein können, ist in Abbildung 3 aufgeführt.

Neben den von der Haltestelle her bekannten Einsatzmöglichkeiten können NFC-Tags in Fahrzeugen auch zur Kontaktaufnahme mit dem mitreisenden Servicepersonal verwendet werden. Ein denkbare Szenario in einem Fernreisezug wäre beispielsweise die Bestellung von Speisen über eine mit NFC-Tags ausgestattete Menükarte und einen NFC-Tag der den Sitzplatz des Fahrgastes kennzeichnet. Die Bezahlung der Bestellung könnte anschließend ebenfalls mit Hilfe des NFC-fähigen Mobilgerätes des Nutzers erfolgen.

Wie die visuelle Analyse zeigt, existieren vielfältige Anwendungsmöglichkeiten für NFC im ÖPV. Für die Verkehrsbetriebe ist vor allem die einfach umzusetzende Verwendung von nicht applikationsgebundenen, statischen Daten attraktiv, da hier auf die Entwicklung einer speziellen Applikation verzichtet werden kann und der Wartungsaufwand für die hinterlegten Inhalte minimal ist. Die Möglichkeiten für Drittanbieter für angebotene Dienste eigene NFC-Tags im Haltestellen und Fahrzeugbereich anzubringen, stellt die Verkehrsbetriebe zudem vor die Herausforderung neue Konzepte zu entwickeln um die verschiedenen Drittanbieterinformationen zu koordinieren. Mittels NFC lassen sich zudem existierende mobile Applikationen der Verkehrsbetriebe leicht um neue Funktionen ergänzen, indem beispielsweise die manuelle Eingabe eines Haltestellennamens durch das Scannen eines NFC-Tags ergänzt wird.

Daten-Klassifikation	Anwendungsfall
	Fahrplanbezug
	Verbindung neu planen
	Echtzeitdaten abrufen
	Ticket erwerben
	Ticket bezahlen
	Ticket entwerten
	Störung melden
	Stadt-/Netzplanbezug
	Applikation erwerben
	Werbung
	Bonuspunkte sammeln
	Taxi Rufnummern
	POIs an der Stecke
	Übernachtungsmöglichkeiten
	Zugpersonal kontaktieren
	Fahrdienste
	Dienste / Produkte bezahlen

Abbildung 3: Daten, die in einem Fahrzeug verfügbar sein können

### 3 Ausblick

In diesem Beitrag wurde eine visualisierte Analyse von Daten und Anwendungsfällen zur Reisebegleitung auf mobilen Geräten mit NFC-

---

Unterstützung vorgestellt, bei der eine ikonografische Notation informations-spezifischer Eigenschaften Anwendung fand. Auf Basis dieser Analyse können nun entsprechende Anwendungen und der Einsatz von NFC-Geräten oder -Tags spezifiziert und geplant werden. Der Einsatz von passiven NFC-Tags mit direkt hinterlegten Information, die nicht applikationsgebunden zur Verfügung gestellt werden, erlaubt bereits mit wenig Ressourcenaufwand eine bessere Fahrgastinformation. Einfache Anwendungen können durch die Nutzung von indirekt verfügbaren Inhalten und die Verknüpfung mehrerer Informationen bereits eine komfortable Fahrgastbegleitung umsetzen. Somit eignen sich passive NFC-Tags hervorragend für den breiten Einsatz und können in vielfältiger Weise im öffentlichen Personenverkehr Verwendung finden. Die aufwändigere Implementierung von NFC-Geräten, die zum wechselseitigen Austausch dynamischer und kontextbasierter Daten dienen oder für elektronische Bezahlvorgänge eingesetzt werden können, ist dagegen auf wenige Anwendungsfälle beschränkt und dementsprechend seltener anzutreffen.

Die vorliegende Klassifikation informationsspezifischer Eigenschaften von NFC-Tags kann zur Einordnung und Entwicklung verschiedener Reisebegleitungsapplikationen dienen. Die entwickelte Ikonografie lässt sich für verschiedenste Anwendungsfälle einsetzen und für unterschiedliche Domänen modifizieren. Sowohl bei analytischen als auch bei konzeptionellen Überlegungen erlaubt die ikonografische Notation eine übersichtliche Darstellung der unterschiedlichen Charakteristik von Inhalten, die mittels NFC-Technologie übertragen werden können. Die kombinierte Verwendung mit anderen Analysetechniken, wie beispielsweise dem Storyboarding zur ausführlichen Szenariobeschreibung erscheint vielversprechend hinsichtlich der Einbindung unterschiedlicher Stakeholder.

Eine zukünftige Weiterentwicklung der vorgestellten Analysetechnik beabsichtigt zunächst den domänenunabhängigen Einsatz. Darüber hinaus besteht das Ziel, die entwickelten Techniken auf die visuelle Analyse von beliebigen Daten anzuwenden.

## Danksagung

Teile dieser Arbeit wurden im Rahmen des Forschungs- und Standardisierungsprojekts „IP-KOM-ÖV“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) unter dem Förderkennzeichen 19P10003O gefördert.

## Literaturverzeichnis

- [1] TU Dresden, Der ÖPNV-Fahrplan wird mobil, 2009, [http://tu-dresden.de/aktuelles/newsarchiv/2009/11/oepnv/newsarticle\\_view](http://tu-dresden.de/aktuelles/newsarchiv/2009/11/oepnv/newsarticle_view)
  
- [2] CEN/TS 15531-5, Public transport - Service interface for real-time information relating to public transport operations, 2011, Beuth, Berlin.
  
- [3] NFC Forum, NFC in Public Transport, 2011, [http://www.nfc-forum.org/resources/white\\_papers/](http://www.nfc-forum.org/resources/white_papers/)
  
- [4] Lüke, K., Mügge, H., Eisemann, M. & Telschow, A., Integrated Solutions and Services in Public Transport on Mobile Devices. Proceedings of the 9th International Conference on Innovative Internet Community Systems, 2009, PCS 2009. Bonn: Köllen Druck+Verlag GmbH, S. 109-119.
  
- [5] NFC Forum, NFC and Interoperability, 2012, <http://www.nfc-forum.org/aboutnfc/interop/>
  
- [6] Haesen, M.; Meskens, J.; Luyten, K. & Coninx, K., Draw Me a Storyboard: Incorporating Principles and Techniques of Comics to Ease Communication and Artefact Creation in User-Centred Design, 24th BCS Proceedings of the Conference on Human Computer Interaction (HCI 2010), 2010

- 
- [7] Kühn, R.; Keller, C. & Schlegel, T., Von modellbasierten Storyboards zu kontextsensitiven Interaction-Cases, i-com - Zeitschrift für interaktive und kooperative Medien, Jhg. 10, Heft 3, p. 12-18, 2011
- [8] Hörold, S.; Kühn, R.; Mayas, C. & Schlegel, T., Interaktionspräferenzen für Personas im öffentlichen Personenverkehr, Mensch & Computer 2011: überMEDIEN|üBERmorgen, Oldenbourg-Verlag, p. 367-370, 2011