

# Mobile Device-complemented Advanced Driver and Mobility Assistance Systems

Stefan Diewald

Technische Universität München

stefan.diewald@tum.de

Betreuer: Prof. Dr. Matthias Kranz (Universität Passau)

## PROBLEMBESCHREIBUNG UND FORSCHUNGSFRAGE

Mobilität ist einer der wichtigsten Faktoren für ein selbständiges und selbstbestimmtes Leben. Daher ist es zwingend notwendig, dass Mobilität sich an die kontinuierlich verändernden Anforderungen (z. B. aufgrund des demografischen Wandels) und Bedürfnisse (z. B. immerwährende Vernetzung) der Nutzer anpasst. Neben der Etablierung neuer Formen von Mobilität, wie z. B. Carsharing und spontanen Mitfahrgelegenheiten, werden neue Generationen von Kraftfahrzeugen mit vernetzten Assistenzsystemen ausgestattet, die mehr Fahrersicherheit (z. B. Fahrzeug-zu-Fahrzeugkommunikation) und Komfort (z. B. über die Nutzung von aktuellen Smartphone-Anwendungen) bieten. Damit sich schließlich die einzelnen Mobilitätsformen mit ihren situationsabhängigen Vor- und Nachteilen nahtlos zu intermodalen Mobilitätsketten zusammenfügen und sich die verschiedenen Mobilitätsmittel beherrschen lassen, ist aufgrund der hohen Komplexität und Diversität informationstechnische Unterstützung notwendig.

In dieser Arbeit wird daher untersucht, wie sich persönliche mobile Endgeräte als ergänzende Mobilitäts- und Fahrerassistenzsysteme nutzen lassen. Die Untersuchung von mobilen Endgeräten als Unterstützungssystem ist folgendermaßen motiviert:

- Nutzer führen ihre mobilen Endgeräte typischerweise mit sich, wenn sie unterwegs sind.
- Nutzer sind mit der Mensch-Maschine-Schnittstelle ihrer Mobilgeräte in der Regel vertrauter als mit den Schnittstellen typischen Fahrkartenautomaten oder Fahrzeug-Infotainment-Systemen.
- Persönliche mobile Endgeräte verfügen über eine Vielzahl von Sensoren und Kontextinformationen, die eine gezielte Unterstützung in verschiedenen Situationen erlaubt.
- Mobile Endgeräte können aufgrund ihrer Kommunikationssysteme einfach und schnell mit anderen Systemen gekoppelt werden und verfügen über eine mobile Datenverbindung, die auch mit anderen Geräten geteilt werden kann.
- Mobile Endgeräte werden regelmäßig durch leistungstärkere Modelle ersetzt, so dass die Hardwareanforderungen aktueller Anwendungen und Systemen erfüllt bzw. sogar übererfüllt werden.

Die zentrale Forschungsfrage dieser Arbeit ist, welche Assistenzfunktionen ein persönliches mobiles Endgerät in intermodalen Mobilitätsszenarien übernehmen oder unterstützen kann. Dabei wird sowohl die Mensch-Maschine-Schnittstelle untersucht als auch einzelne informationstechnische Funktionen, die von den jeweiligen Mobilitätsmitteln auf das mobile

Endgerät mit aktueller Hardware übertragen werden können, z. B. durch Kopplung an oder Integration in bestehende Systeme. Der zentrale Wissensgewinn ist eine Aufschlüsselung eines intermodalen Mobilitätsprozesses mit Beschreibung einzelner informationstechnischer Unterstützungsmöglichkeiten, die aufgrund der Funktionen und der Kontextinformationen des persönlichen mobilen Endgeräts realisiert werden können. Neben typischen Smartphone-Nutzern wird explizit auch auf Unterstützungsmöglichkeiten für ältere Nutzer eingegangen. Die Beiträge der Arbeit lassen sich in die Themenbereiche „Automotive User Interfaces“, „Connected Car“, „Connected Mobility“, und „Ambient Assisted Living“ einordnen.

Dass dieses Thema auch für die Industrie wichtig ist, zeigt die aktuelle Entwicklung auf dem Gebiet der Smartphone-Integration durch die großen Smartphone-Plattformhersteller. Apple bietet z. B. mit *CarPlay*<sup>1</sup> eine Lösung zur Fahrzeugintegration von Geräten der iPhone 5-Serie an, die zukünftig von 29 Fahrzeugherstellern unterstützt werden soll. Auf der diesjährigen Entwicklerkonferenz *Google I/O* war das Thema *Connected Car* ebenfalls einer der Schwerpunkte. Mittlerweile sind 28 Automobilhersteller Mitglieder der *Open Automotive Alliance*<sup>2</sup>, die die Integrationslösung *Android Auto*<sup>3</sup> umsetzen wollen. Die intermodalen Mobilitätsplanungsplattformen *Qixxit*<sup>4</sup> der Deutschen Bahn AG und *moovel*<sup>5</sup> von Daimler zeigen auch, dass es immer wichtiger wird, einzelne Mobilitätsmittel nahtlos in die Gesamtroute zu integrieren und den Nutzer unterwegs zu unterstützen.

## VORGEHENSWEISE UND METHODE

Die Arbeit basiert auf Ergebnissen aus theoretischer, experimenteller und empirischer Forschung. Grundlage bildet einer theoretische Analyse und Aufgliederung eines typischen intermodalen Mobilitätsprozesses. Die kritischen Prozessschritte, bei denen informationstechnische Unterstützung eine Verbesserung bringen kann, werden daraufhin anhand von Erhebungen identifiziert. Diese werden im Rahmen eines Verbundprojekts zum Thema nahtlose Mobilität im Alter durchgeführt (Projekt PASSAGE, [www.projekt-passage.de](http://www.projekt-passage.de)).

Einige der identifizierten Punkte werden daraufhin im Detail untersucht. Dabei werden u.a. vorhandene Lösungsansätze analysiert und diskutiert. Dadurch lassen sich Forschungsansätze finden, für die danach teilweise eigene Lösungsansätze erarbeitet werden. Zur Evaluierung der Ansätze wer-

<sup>1</sup><https://www.apple.com/ios/carplay/>, letzter Zugriff 02.07.2014

<sup>2</sup><http://www.openautoalliance.net/#press>, letzter Zugriff 02.07.2014

<sup>3</sup><http://www.android.com/auto/>, letzter Zugriff 02.07.2014

<sup>4</sup><http://www.qixxit.de/>, letzter Zugriff 02.07.2014

<sup>5</sup><https://www.moovel.com>, letzter Zugriff 02.07.2014

den Konzepte erstellt, die bis zum Mock-Up- und ggf. auch Prototypenstadium ausgearbeitet werden. Diese werden dann empirisch und – wenn möglich – auch experimentell untersucht. Für entworfene eingebettete Systeme und Dienste werden Metriken wie Durchsatz, Reaktionszeit, Antwortzeit, Effizienz oder Auslastung verwendet. Für Ansätze, die die Mensch-Maschine-Schnittstelle betreffen, werden Nutzerstudien (im Labor und Feld) durchgeführt, die hauptsächlich Aspekte nach EN ISO 9241 (Ergonomie der Mensch-System-Interaktion) abdecken. Einige der Konzepte werden in einer weiteren Iteration verfeinert und danach erneut untersucht.

Um die Qualität und Validität der Ergebnisse sicherzustellen, wird beim Entwurf, der Durchführung und der Auswertung von Studien auf die Expertise von Projektpartnern zurückgegriffen. Außerdem werden Teile der Ergebnisse als begutachtete Beiträge auf Konferenzen und in Workshops veröffentlicht und diskutiert.

Die Vorgehensweise kann folgendermaßen zusammengefasst werden:

1. Identifikation und Eingrenzung des Entwurfsraumes („Design Space“) für informationstechnische Unterstützung durch mobile Endgeräte bei intermodaler Mobilität (durch Literaturrecherche und Erhebungen)
2. Identifikation von Forschungslücken (Analyse von Literatur zu vorhandener Forschung)
3. Auswahl identifizierter Forschungslücken und Entwurf eigener Konzepte einschließlich Mock-Ups und Prototypen
4. Evaluierung der erstellten Konzepte (Labor- und Feldstudien für Mensch-Maschine-Schnittstelle, Leistungsermittlung für eingebettete Systeme)
5. Teilweise iterative Weiterentwicklung und erneute Evaluierung

Die Vorgehensweise erlaubt es, dass die Einzellösungen übersichtlich in ein großes Gesamtkonzept von Unterstützungssysteme durch mobile Endgeräte für Mobilität eingeordnet werden können. In der Dissertation kann dadurch ein klarer roter Faden angeboten und die Relevanz der untersuchten Mobilitätsprobleme belegt werden.

#### VERWANDTE ARBEITEN

Es gibt zahlreiche Umsetzungen von Mobilitätsunterstützung auf Basis von mobilen Endgeräten [4]. Diese Arbeiten dienen als Ausgangspunkte für die Analyse des Mobilitätsprozesses sowie für die Identifikation vorhandener Lösungen. Die Idee der Eingrenzung des „Design Space“ basiert auf einer Arbeit von Kern und Schmidt [3], die dies für Benutzerschnittstellen im Fahrzeug durchgeführt haben. Motivationsstrategien auf Basis von Gamification wurden hauptsächlich basierend auf den Ergebnissen von Deterding et al. [1] erarbeitet. Diese flossen in die Arbeit ein, damit die Motivation, die Unterstützungssysteme zu nutzen, solange aufrechterhalten bleibt, bis die Nutzer die Grundlagen verinnerlicht haben und den Mehrwert des Systems erkennen können. Ein Erkenntnisgewinn der Arbeit entsteht dadurch, dass die Methoden auf dem bisher noch wenig untersuchten Bereich der intermodalen Mobilitätsunterstützung angewendet werden.

#### VORLÄUFIGE ERGEBNISSE

Verschiedene beispielhafte intermodale Mobilitätsprozesse wurden anhand von Personas und Szenarien analysiert. Dabei wurden Forschungslücken identifiziert, für die teilweise bereits Lösungsansätze erarbeitet wurden. Es wurde z. B. ein Konzept für eine erweiterbare Architektur zur Integration mobiler Endgeräte in Fahrzeuge mit Fahrzeug-zu-X Kommunikationssysteme entwickelt und prototypisch evaluiert [2]. Es hat sich gezeigt, dass es für Benutzer vorteilhaft ist, wenn Fahrerassistenzsysteme die gewohnte Mensch-Maschine-Schnittstelle des persönlichen mobilen Endgerätes nutzen. Ebenfalls ist es von Vorteil, wenn bekannte Dienste (wie z. B. Navigationsanwendungen) als Basis für neue Funktionen dienen. Um den Fahrzeugwechsel in intermodalen Mobilitätsszenarien zu erleichtern, wurde ein Trainingssystem entwickelt, das erlaubt, Benutzerschnittstellen von Fahrzeugen vorab auf mobilen Endgeräten zu erkunden und zu trainieren. Dazu wurden auch verschiedene Ansätze zur Motivationssteigerung der Nutzer untersucht (u.a. Gamification). Es hat sich jedoch gezeigt, dass dieses Training nicht mit Fahrerfahrung vergleichbar ist. Weiterhin wurden Konzepte für Mobilitätstraining und die Erstellung von attraktiven Fitnessrouten erstellt. Beide Ansätze werden momentan evaluiert.

#### WEITERE SCHRITTE

Ein erster Gesamtentwurf der Dissertation soll bis spätestens Juli 2015 entstehen. Bis dahin sollen noch Evaluierungen zu den Konzepten „Fitnessroute“, „Training von Benutzerschnittstellen im Fahrzeug“, und „Mobilitätstraining“ durchgeführt werden. Da die bisherigen Studien hauptsächlich mit jüngeren Teilnehmern (zwischen 20 und 30 Jahren) durchgeführt wurden, sollen dafür auch ältere Teilnehmer rekrutiert werden. Darüber hinaus sollen die bisherigen Konzepte auch noch im Hinblick auf Nutzung durch Ältere analysiert werden. Die theoretischen Grundlagen dazu wurden bereits in studentischen Arbeiten zusammengestellt. Eine Kooperation wäre für mich auf den Bereichen „Informationstechnische Mobilitätsunterstützung“ und „Systeme für ältere Nutzer“ hilfreich.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled und L. Nacke. From Game Design Elements to Gamefulness: Defining „Gamification“. In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, MindTrek '11, Seiten 9–15. ACM, 2011.
2. S. Diewald, A. Möller, L. Roalter und M. Kranz. DriveAssist – A V2X-Based Driver Assistance System for Android. In *Mensch & Computer Workshopband*, Seiten 373–380. Oldenbourg Verlag, 2012.
3. D. Kern und A. Schmidt. Design Space for Driver-based Automotive User Interfaces. In *Proceedings of the 1st International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*, AutomotiveUI '09, Seiten 3–10. ACM, 2009.
4. K. Rehr, S. Bruntsch und H.-J. Mentz. Assisting Multimodal Travelers: Design and Prototypical Implementation of a Personal Travel Companion. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 8(1):31–42, Mär. 2007.