GI-Edition

Lecture Notes in Informatics

Andrea Back, Markus Bick, Martin Breunig,
Key Pousttchi, Frédéric Thiesse (Hrsg.)

MMS 2012: Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme

Proceedings zur 7. Konferenz
1.3.- 2.3.2012, Braunschweig, Germany

A. Back, M. Bick, M. Breunig, K. Pousttchi, F.Thiesse (Hrsg.)
Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme ´2012

202

Proceedings

Andrea Back, Markus Bick, Martin Breunig,
Key Pousttchi, Frédéric Thiesse (Hrsg.)

Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme

**Proceedings zur 7. Konferenz
Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme (MMS 2012)**

**1.3.–2.3.2012
in Braunschweig, Germany**

Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

Lecture Notes in Informatics (LNI) - Proceedings
Series of the Gesellschaft für Informatik (GI)

Volume P-202

ISBN 978-3-88579-296-3
ISSN 1617-5468

Volume Editors
Prof. Dr. Andrea Back, Universität St. Gallen, Switzerland
E-Mail: andrea.back@unisg.ch
Prof. Dr. Markus Bick, ESCP Europe Wirtschaftshochschule Berlin, Germany
E-Mail: mbick@escpeurope.eu
Prof. Dr. Martin Breunig, Karlsruher Institut für Technologie – KIT, Germany
E-Mail: martin.breunig@kit.edu
PD Dr. Key Pousttchi, Universität Augsburg, Germany
E-Mail: key.pousttchi@wiwi.uni-augsburg.de
Prof. Dr. Frédéric Thiesse, Universität Würzburg, Germany
E-Mail: frederic.thiesse@uni-wuerzburg.de

Series Editorial Board
Heinrich C. Mayr, Alpen-Adria-Universität Klagenfurt, Austria
(Chairman, mayr@ifit.uni-klu.ac.at)
Dieter Fellner, Technische Universität Darmstadt, Germany
Ulrich Flegel, Hochschule für Technik, Stuttgart
Ulrich Frank, Universität Duisburg-Essen, Germany
Johann-Christoph Freytag, Humboldt-Universität zu Berlin, Germany
Michael Goedicke, Universität Duisburg-Essen, Germany
Ralf Hofestädt, Universität Bielefeld, Germany
Michael Koch, Universität der Bundeswehr München, Germany
Axel Lehmann, Universität der Bundeswehr München, Germany
Ernst W. Mayr, Technische Universität München, Germany
Sigrid Schubert, Universität Siegen, Germany
Ingo Timm, Universität Trier
Karin Vosseberg, Hochule Bremerhaven, Germany
Maria Wimmer, Universität Koblenz-Landau, Germany

Dissertations
Steffen Hölldobler, Technische Universität Dresden, Germany
Seminars
Reinhard Wilhelm, Universität des Saarlandes, Germany
Thematics
Andreas Oberweis, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Germany

© Gesellschaft für Informatik, Bonn 2012
printed by Köllen Druck+Verlag GmbH, Bonn

Vorwort

Mobilität und Ubiquität sind entscheidende Faktoren bei der Entwicklung, Implementierung und Anwendung von Informationssystemen. So erlaubt die Verwendung mobiler und drahtloser Kommunikationstechnik nicht nur eine bessere Unterstützung existierender mobiler Aktivitäten, sondern bietet auch die technische Grundlage für ganz neue Arten mobilen Arbeitens und Lebens. Zudem ergänzen Pervasive Computing und Ambient Intelligence die Unterstützungsmöglichkeiten mobiler Technologien durch die Einbettung digitaler Assistenz und Intelligenz in die Umwelt des Nutzers und ihrer Artefakte, bis hin zur Vision vom "Internet der Dinge".

Konsequenterweise widmet sich die Konferenz "Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme (MMS)" vom 1. bis 2. März 2012 bereits zum siebten Mal, davon zum vierten Mal im Rahmen der MKWI, korrespondierenden Themen und Fragestellungen.

Dem interdisziplinären Ansatz der GI-Fachgruppe MMS folgend, stehen gleichermaßen technische wie wirtschaftliche Entwicklungen sowie die Analyse und Gestaltung von mobilen und ubiquitären Informationssystemen als Mensch-Aufgabe-Technik-Systeme im Mittelpunkt. Dabei wird eine Brücke zwischen technischen und anwendungsorientierten Aspekten derartiger Informationssysteme geschlagen. Denn nicht nur die Technik, sondern auch das Nutzerverhalten, die Art des Entwurfs und der Realisierung mobiler und ubiquitärer Informationssysteme, die Einschätzung und Nutzung mobiler Technologien durch Unternehmen oder nicht zuletzt Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsnetze befinden sich im Umbruch.

Ziel der 7. Konferenz MMS ist es, den aktuellen Stand der Forschung und der Praxis zu analysieren, zukünftige Entwicklungen zu prognostizieren und innovative Entwicklungen und Modelle zur Diskussion zu stellen. Dementsprechend waren Beiträge erbeten, die sich in die zuvor beschriebene Spannbreite mobiler und ubiquitäre Informationssysteme einbetten und sich dabei durchaus unterschiedlichen Paradigmen, Methoden und Anwendungsfeldern widmen. Somit waren Erfahrungsberichte und Überblickspapiere ebenso von Interesse wie Beschreibungen von Prototypen- und Architekturentwicklungen, die Entwicklung und Evaluierung von Theorien und Modellen, fundierte Literaturanalysen, experimentelle Ergebnisse und Evaluierungen.

Aus insgesamt 25 Einreichungen wurden nach einem mehrstufigen Begutachtungsverfahren sieben Langbeiträge und sechs Kurzbeiträge ausgewählt, die unterschiedlichste Aspekte des oben genannten Themenspektrums abdecken.

Ergänzt wird das Programm durch einen eingeladenen Vortrag von Herrn Prof. Dr. Jan M. Pawlowski (Professor für Digital Media – Global Information Systems an der Universität von Jyväskylä, Finnland) zum Thema „The Personalization Challenge: Context Metadata for Mobile Learning". Wir sind überzeugt, damit ein interessantes und vielfältiges Programm zusammengestellt zu haben.

Abschließend möchten wir uns bei allen Autoren, bei den Mitgliedern des Programmkomitees sowie bei den Organisatoren der MKWI bedanken, ohne die diese 7. Konferenz MMS nicht möglich gewesen wäre.

Wir wünschen Ihnen eine anregende und interessante Lektüre und freuen uns auf lebhafte Diskussionen im Rahmen der diesjährigen MMS!

St. Gallen, Berlin, Karlsruhe, Augsburg und Würzburg, im Februar 2012

Andrea Back, Markus Bick, Martin Breunig, Key Pousttchi, Frédéric Thiesse

Organisationskomitee

- Prof. Dr. Andrea Back, Universität St. Gallen
- Prof. Dr. Markus Bick, ESCP Europe Wirtschaftshochschule Berlin
- Prof. Dr. Martin Breunig, Karlsruher Institut für Technologie – KIT
- PD Dr. Key Pousttchi, Universität Augsburg
- Prof. Dr. Frédéric Thiesse, Universität Würzburg

Programmkomitee

- Dr. Bernd Borchert, Universität Tübingen
- Prof. Dr. Michael Breitner, Universität Hannover
- Prof. Dr. Christian Bunse, Fachhochschule Stralsund
- Dr. Martin Ebner, Technische Universität Graz
- Dr. Stefan Eulgem, Telekom Deutschland GmbH
- Prof. Dr. Torsten Eymann, Universität Bayreuth
- Dr. Kai Fischbach, Universität zu Köln
- Prof. Dr. Rony G. Flatscher, Wirtschaftsuniversität Wien
- Prof. Dr. Volker Gruhn, Universität Duisburg-Essen
- Prof. Dr. Felix Hampe, Universität Koblenz
- Dr. Hagen Höpfner, Bauhaus-Universität Weimat
- Prof. Dr. Thomas Kirste, Universität Rostock
- Prof. Dr. Birgitta König-Ries, Universität Jena
- Dr. Tyge-F. Kummer, Humboldt-Universität zu Berlin
- Prof. Dr. Jan Marco Leimeister, Universität Kassel
- Prof. Dr. Rainer Malaka, Universität Bremen
- Dr. Holger J. Meyer, Universität Rostock
- Dr. Florian Michahelles, ETH Zürich
- Juniorprof. Dr. Daniela Nicklas, Universität Oldenburg
- Prof. Dr. Alexis Papathanassis, Hochschule Bremerhaven
- Prof. Dr. Kai Rannenberg, Universität Frankfurt am Main
- Prof. Dr. Enrico Rukzio, Universität Duisburg-Essen
- Prof. Dr. Thomas Ritz, Fachhochschule Aachen
- Prof. Dr. Jörg Roth, Fachhochschule Nürnberg
- Dr. Thorsten Staake, ETH Zürich
- Dr. Jens Strücker, Universität Freiburg
- Prof. Dr. Günther Specht, Universität Innsbruck
- Dr.-Ing. Can Türker, ETH Zürich
- Dr. Karsten Weronek, Fraport AG Frankfurt

Inhalt

EINGELADENER VORTRAG

Jan M. Pawlowski
The Personalization Challenge: Context Metadata for Mobile Learning ... 11

LANGBEITRÄGE

Thomas Ritz, Jakob Strauch
Strukturierte Ermittlung beeinflussender Faktoren für mobile Softwarelösungen 13

Sascha Alpers, Stefan Hellfeld, Andreas Oberweis, Ralf Trunko
Ein Ansatz zur Entwicklung von mobilen Augmented Reality Anwendungen 27

Thomas Sammer, Christian Lazur, Thomas Walter, Andrea Back
Barrieren am Weg zum Mobile Contactless Payment: Eine Marktanalyse und Bestandsaufnahme der Situation in der Schweiz 42

Markus Bick, Katherina Bruns, Jens Sievert, Frank Jacob
Value-in-Use of Mobile Technologies 56

Stefan Christmann, Fabian Renatus, Karsten Kröbel, Matthias Schumann
Empirische Befunde des Einsatzes von mobilem Internet in Unternehmen . 68

Johannes Paefgen, Alexander C.H. Skorna, Thorsten Staake, Elgar Fleisch
Einsatz ubiquitärer Informationssysteme in der Versicherungswirtschaft: Gestaltung von Pay-Per-Risk Tarifierungsmodellen 83

Yvonne Hufenbach
Der Mobile Network Enabler als Zukunftsszenario für den Mobilfunkmarkt – strategische und rechtliche Analyse 96

KURZBEITRÄGE

Birgitta König-Ries, Kobkaew Opasjumruskit, Andreas Nauerz, Martin Welsch
MERCURY: User Centric Device and Service Processing..... 112

Alexander Stocker, Robert Möstl, Isabel Anger, Christian Wagner, Thomas Ebner, Silvio Trentzsch, Christian Kittl
Interaktivierung von Objekten mit dem Social Web durch Near Field Communication..... 117

Florian Teschner, Tobias T. Kranz, Christof Weinhardt
Decision Behavior and Performance in Mobile Trading Applications 122

Philipp Reinke, Rüdiger Breitschwerdt, Oliver Thomas
Unterstützung notfallmedizinischer Einsatzkräfte mittels mobiler Anwendungssysteme: ein empirischer Ansatz zur Anforderungsanalyse..... 128

René Wegener, Sarah Oeste, Andreas Prinz, Jan Marco Leimeister
Wann sind Tablet PCs die besseren Lernwerkzeuge? Ein empirischer Vergleich unterschiedlicher Endgeräte im Mobile Learning..... 133

Jana Görmer, Christopher Mumme
Multiagentensysteme für das Kooperative Verkehrsmanagement..... 138

The Personalization Challenge: Context Metadata for Mobile Learning

Jan M. Pawlowski

Professor Digital Media – Global Information Systems
University of Jyväskylä
Mattilanniemi 2,
40014 Jyväskylä, Finland
jan.pawlowski@jyu.fi

Abstract: Mobile solutions gain more and more importance in the field of Technology-Enhanced Learning. However, research and practice has focused on adapting learning materials to devices and technologies. The keynote focuses on the question which factors are important when personalizing mobile learning scenarios. How can the context of actual usage be captured and utilized to create better personalized learning experiences. After describing the categories and attributes of the context metadata specification, it is shown how this specification influences and design and usage processes for mobile learning.

Mobile and ambient applications for learning, education and training have gained increased attention in the past years [NLVS05; SBSAL05, Wa04; PLSL11]. One key aspect is cross-media publishing in this field: How to adapt existing learning environments to mobile devices [LH05]. Further efforts have taken place how to provide applications on different devices and operating systems (such as Android, Symbian, iOS, etc.). From a didactical perspective, many researchers have focused on analyzing which scenarios are promising for mobile devices [La07] and how an embedded process can be organized using traditional, computer-based as well as mobile scenarios using advanced technologies [KK05].

However, the adaptation to certain devices might be technically challenging but it does not improve the results in terms of learning. The key challenge for mobile learning and collaboration is that added values are provided. This ranges from new didactical settings (e.g. learning in authentic environments in museums or nature [CKS03]) to new communication experiences (e.g. mixed reality [KK05]). The key to success is the aspect of personalization. How can mobile learning and collaboration scenarios be adapted to the situation of individuals so that their preferences, interests and requirements are met?

This leads to the concept of context: in which situation is an individual (e.g. on the train, in a cafe), what is the environment (internet connection, own notebook), which social contacts are available (e.g., online friends, people in the same room), what are current tasks (internet surfing for fun, working on a task, learning)? These examples need to be taken into account when personalizing learning environments as in mobile situations (e.g. in a crowded subway) learning situations need to be adapted.

From this background, I derive the key question: How to capture context information in mobile learning and collaboration situations? Which aspects influence knowledge exchange and collaboration using mobile technologies? How can those aspects be captured and made available to collaborators and learning technology providers?

I present the background of mobile technologies as well as metadata, in particular metadata specifications for context-relevant aspects. I illustrate this with an example from well adopted applications to show the feasibility of the approach and derive future research directions.

References

[CKS03] Chen, Y., Kao, T., and Sheu, J.: A mobile learning system for scaffolding bird watching learning. Journal of Computer-Assisted Learning, 19 (3), 2003; pp. 347–359.

[KK05] Kirkley, S.E., Kirkley, J.R.: Creating next generation blended learning environments using mixed reality, video games and simulations, TechTrends, 49(3), 2005; pp. 42–53.

[LH05] Laakko, T., Hiltunen, T.: Adapting Web Content to Mobile User Agents," IEEE Internet Computing, 9(2), 2005, pp. 46-53.

[La07] Laurillard, D.: Pedagogical forms of mobile learning: framing research questions. In: Pachler, N. (ed.) Mobile learning - towards a research agenda. WLE Centre, Institute of Education, University of London, 2007; pp. 153-175.

[NLVS05] Naismith, L., Lonsdale, P., Vavoula, G., Sharples, M.: Literature review in mobile technologies and Learning, 2005, NESTA Futurelab Series.

[PLSL11] Pu, H., Lin, J., Song, Y., & Liu, F.: Adaptive Device Context Based Mobile Learning Systems. International Journal of Distance Education Technologies (IJDET), 9(1), 2011; pp. 44-56.

[SBSAL05] Syvänen, A., Beale, R., Sharples, M., Ahonen, M., Lonsdale, P.: Supporting pervasive learning environments: adaptability and context awareness in mobile learning, Proc. 3rd IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education, Tokushima, Japan, 2005; pp.21–28.

[Wa04] Wang, Y.-K.: Context awareness and adaptation in mobile learning, WMTE '04 Proceedings of the 2nd IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'04), IEEE Computer Society, 2004, Washington.

Strukturierte Ermittlung beeinflussender Faktoren für mobile Softwarelösungen

Thomas Ritz, Jakob Strauch

mobile media & communications lab
FH Aachen
Eupenerstr. 70
52066 Aachen
{ritz,strauch}@fh-aachen.de

Abstract: Mobile Arbeitskräfte nutzen Software auf Smartphones oder Tablets zur Unterstützung ihrer Haupttätigkeit in einem variierenden Nutzungskontext. Die Anforderung an Interaktionsmuster, Benutzerschnittstellen, Synchronisations-Mechanismen oder Hardware werden wesentlich durch die Arbeitsumgebungen und -Situationen des Mitarbeiters vor Ort bestimmt oder zumindest beeinflusst. Zur strukturierten Ermittlung dieser Faktoren existieren im Software Engineering bisher keine Ansätze. Dieser Beitrag stellt eine graphische domänenspezifische Sprache samt Modellierer vor, die dem Software Analysten einen Handlungsleitfaden an die Hand gibt. Für den Entwickler kann daraus ein Spezifikationsdokument für das Lastenheft generiert werden. Die Notation ist zudem unter der Berücksichtigung aktueller wissenschaftlicher Methoden entwickelt, mit dem Ziel sowohl Laien (Kunden, Benutzer) als auch Experten (Analysten, Entwickler) eine gemeinsame Sprache zur Verfügung zu stellen.

1 Motivation

Mobile Software unterliegt im Gegensatz zu ihren Desktop-Pendants einem stetig variierenden Nutzungskontext. So spielen Faktoren wie Lichtverhältnisse, Stromversorgung oder Netzverfügbarkeit eine Rolle bei vielen Entwurfsentscheidungen. Kritisch für die Integration einer Lösung in einen Geschäftsprozess mit mobilem Anteil sind beispielsweise Entscheidungen zur Hardwarewahl (Widerstandsfähigkeit, Ausstattung, etc.), Datenhaltung (Lokal, Cloud) und Synchronisation. Für Gebrauchstauglichkeit sind u.a. Entscheidungen zur grafischen Bedienoberfläche und Interaktionen kritisch. Als Vorgehen bieten sich hierzu agile Methoden an, die den Benutzer und seine Arbeits-Prozesse in den Fokus stellen (XP, Scrum, etc.). Für eine benutzerzentrierte Entwicklung mobiler Lösungen gibt es adäquate Vorgehensmodelle [Ri07] – auch sind Methoden für die Berücksichtigung von Lokationen in Prozessmodellen [GKK05] vorhanden. Jedoch scheint ein strukturiertes Vorgehen zu fehlen, das die systematische Erfassung der o.g. beeinflussenden Lokationsfaktoren für die Entwicklung mobiler Lösungen ermöglicht bzw. fördert. Diese Faktoren beeinflussen wesentlich die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit (engl. *Usability*) und somit auch den Erfolg der Gesamtlösung.

Kritisch für den Grobentwurf der Systemarchitektur ist beispielsweise die Verfügbarkeit von Datennetzen vor Ort. In Gebieten mit schwacher Infrastruktur (ländliche Gebiete) oder an abgeschirmten Orten („unter dem Auto in der Werkstatt", „im Keller") kann z.B. nicht (uneingeschränkt) auf Cloud-Dienste zugegriffen werden. Für Entwurfsentscheidungen bezüglich der Hardware ist es beispielsweise wichtig, ob die Benutzer – häufig, selten oder gar nicht – Handschuhe benutzen und ob diese berührungsempfindlich sind (Touchscreens). Die Aufmerksamkeit und Arbeitsstellungen, die ein Benutzer aufbringen muss, um seiner Hauptverrichtung nachzugehen, haben Einfluss auf die Gestaltung der Benutzerinteraktion oder notwendigen Gerätezubehör (Halterung). In Ruhebereichen ist zu beachten, dass keine störenden, akustischen Feedbacks erzeugt werden. Dies sind nur einige Beispiele für Fragestellungen, die sich bei der Anforderungsanalyse stellen sollten. Eine umfassende Berücksichtigung ist i.d.R. aber von der Erfahrung einzelner Personen im Projektteam abhängig. Zudem ist die Spezifikation von Anforderungen in einer natürlichen Sprache inhärent unpräzise, d.h. mehrdeutig, unvollständig und ungenau [DBK03]. Der vorliegende Beitrag stellt einen Ansatz vor, um Ortskonfigurationen im Rahmen der Anforderungsanalyse formaler definieren zu können.

2 Verwandte Arbeiten

Derzeitige Modellierungen mittels UML oder BPMN berücksichtigen die Mobilität der Prozesse nicht oder – nach Auffassung der Autoren – nur unzureichend. Mittels *BPMN Lanes* können zumindest unterschiedliche Verrichtungsorte modelliert werden *(„The meaning of the Lanes is up to the modeler"* [OMG11]), jedoch ohne Lokationsspezifika näher definieren zu können. Im wissenschaftlichen Umfeld finden sich hingegen Ansätze, die die Verrichtungsorte mobiler Mitarbeiter gesondert berücksichtigen und somit im Kontext dieses Beitrages stehen. So wird mit der *Mobile Process Landscaping* Methode [GKK05] das mobile Potential eines Geschäftsprozesses identifiziert, analysiert und bewertet. Sie dient als betriebswirtschaftliche Entscheidungsgrundlage, ob mobilgestützte Technologie eingesetzt werden kann und soll. Der hier vorgestellte Ansatz ergänzt das MLP Vorgehen, da nach der Identifikation eine differenzierte Analyse der mobilen Verrichtungsorte durchgeführt werden kann.

Mit dem Konzept der *Ortseinschränkungen* wird eine Modellierung auf Basis erweiterter Petri-Netze vorgeschlagen [De11], mit der „Aussagen über den Ausführungsort einzelner Aktivitäten in einem Prozess gemacht werden können". Die *Ortseinschränkungen* sind Aussagen darüber, wo eine bestimmte Prozessaktivität ausgeführt werden *muss* oder nicht ausgeführt werden *darf*. Dieser Ansatz konzentriert sich lediglich auf den mobilen Prozess hinsichtlich eines Rechtemodells.

Einer der ersten Ansätze zur mobilen Erfassung von Anforderungen wurde mit *ART-SCENE* vorgestellt [Ma06]. Hierbei handelt es sich allerdings um ein Werkzeug zur *mobilen* Erhebung von Standard Anforderungen vor Ort. Für die Erfassung sind Text- und Multimedia-Artefakte (Fotos, Sprachaufnahmen) vorgesehen, die vor Ort aufgenommen werden. Die o.g. Besonderheiten im mobilen Kontext werden jedoch nicht gesondert berücksichtigt.

3 Grundlagen, Theorie und Werkzeuge

Die nachfolgenden Abschnitte beschreiben den Kontext und die Grundlagen des methodischen Vorgehens zur strukturierten Ermittlung von Ortskonfigurationen.

3.1 Benutzerzentrierte Entwicklung mobile Unternehmenssoftware

Die benutzerzentrierte Entwicklung mobiler Unternehmenssoftware [Ri07] ist eine agile Methode, die den Entwicklungsprozess grob in zwei Phasen teilt. In der ersten Phase werden typische Rahmenbedingungen einmalig erfasst (*Benutzeraufgaben*, Benutzerprofile, *Lokationen*, Designvorgaben, Infrastruktur, etc.). Im Anschluss werden frühe Prototypen iterativ bis zur Zufriedenheit des Kunden entworfen, entwickelt und getestet. Ein wesentliches Ziel des Vorgehens ist es, eine Lösung mit größtmöglicher Usability unter der Berücksichtigung des mobilen Geschäftsprozess-Kontextes zu erstellen.

Dieser Beitrag steht im Kontext der ersten Phase, respektive in dem Teil, in der die Verrichtungsorte und Arbeitssituationen des Benutzers erfasst werden. Das Vorgehen sieht vor, dem potentiellen Anwender Fragen zur seiner Arbeitsumgebung und besonderen Arbeitssituationen zu stellen. Die Fragestellungen sind jedoch stark von der individuellen Erfahrung eines Softwareanalysten im Bereich der Entwicklung mobiler Lösungen abhängig. Bei genauerer Betrachtung lassen sich jedoch immer *wiederkehrende* beeinflussende Faktoren identifizieren. In Workshops werden zu diesem Zweck beispielsweise grobe Zeichnungen der Lokation angefertigt und mit Annotationen versehen. Diese Beobachtungen lassen den Schluss zu, eine Modellierungssprache mit fester, eingeschränkter Notation zu entwickeln, die dieses Expertenwissen zwecks Wiederverwendung kapselt. Mit Hilfe dieser Sprache lassen sich (ggf. wiederverwendbare) Modelle von typischen Arbeitsumgebungen erstellen. Eine (graphische) *domänenspezifische Sprache* ist ein mögliches Mittel zur Definition einer solchen Modellierungssprache.

3.2 Domänenspezifische Sprache

Eine domänenspezifische Sprache[1] ist eine formale Sprache, die für ein abgegrenztes Problemfeld entwickelt wird und zu diesem Zweck eine möglichst problemnahe Notation verwendet. Neben textbasierten DSLs können auch grafische Sprachen mittels Metamodellierung entworfen werden (vgl. [SB07]). Mit Hilfe grafischer DSLs können Problemaspekte visualisiert und in textbasierte Artefakte (Dokumente, XML, Programmcode, etc.) transformiert werden. Es existieren SDK´s oder Frameworks für die Entwicklung von DSL und Werkzeugen für weit verbreitete Entwicklungsumgebungen wie beispielsweise eclipse und Microsoft Visual Studio.

[1] engl. „Domain-Specific Language“, kurz DSL

Zur Entwicklung der grafischen DSL wurde das *Visualization and Modeling SDK* – früher DSL Tools (2005/2008) – von Microsoft verwendet [Mi10b]. Das SDK unterstützt allgemeine *Patterns für modellgetriebene Entwicklung* [VB04] – wie die Separierung von generierten und manuellen Code (*partielle Klassen*), die Template-basierte Generierung (*Text Template Transformation Toolkit*) oder die Definition von *Hard- und Soft Constraints* [Co07]. Ein DSL Projekt generiert ein Plugin für alle – einschließlich kostenloser – Visual Studio 2010 Versionen. Es enthält einen voll funktionsfähigen Modellierer basierend auf der DSL Definition. Die Herausforderung bei der Definition einer DSL liegt zum Einen in einem möglichst vollständigen und klar definierten Rahmen für das Metamodell (abstrakte Syntax). Zum Anderen sollte eine visuelle Notation entworfen werden (konkrete Syntax), die sich an die Zielgruppe(n) orientiert [SB07], [VB04].

3.3 Konstruktion visueller Notationen

Eine ausführliche, wissenschaftliche Basis für die Konstruktion einer visuellen Notation – z.B. für die konkrete Syntax einer graphischen DSLs – wurde durch Moody definiert [Mo09]. Basierend auf einer umfangreichen Untersuchung bestehender Notationen, Studien und Artikel konnte Moody – nach einem *best evidence synthesis* Ansatz – neun Prinzipien für den Entwurf *kognitiv effektiver* Notationen herleiten. Die *kognitive Effektivität* ist definiert durch die Geschwindigkeit, Leichtigkeit und Genauigkeit mit der eine Repräsentation durch das menschliche Hirn verarbeitet werden kann [LS87].

Moody zeigt auf, dass graphische Konventionen typischerweise ohne Referenz zu theoretischen oder empirischen Belegen definiert werden und somit eine Entwurfs-Argumentation für visuelle Notationen fehlt. Dabei greift Moody Beispiele aus dem Software Engineering auf (UML, Entity-Relationship-Modelle, ArchiMate, etc.) und stellt gute bzw. schlechte Notationseigenschaften heraus. In einem nachfolgenden Beitrag wird argumentiert, dass sich vor allem die UML Diagramme durchgesetzt haben, die kognitiv effektiv sind, während andere selten eingesetzt werden [MH10]. Eine weitere Analyse testiert der führenden Prozessmodellierung *BPMN 2.0* [Al08] eine gute kognitive Effektivität mit kleinen Schwächen[GHA]. Der nächste Abschnitt beschreibt das Vorgehen zur Entwicklung einer DSL unter der Berücksichtigung dieser Prinzipien.

4 Methodisches Vorgehen zur Sprachdefinition

Das Ziel der Sprache ist es, möglichst alle *relevanten* Informationen spezifizieren zu können, die einen Einfluss auf die mobile Lösung haben können. Diese Informationen und die daraus resultierenden Konsequenzen werden in einem Spezifikationsdokument transformiert, auf das im Verlaufe des Projektes zurückgegriffen werden kann.

Nachfolgend wird der Nutzungskontext und weitere Anforderungen an Sprachdefinition und Werkzeug festgelegt, die nach Auffassung der Autoren berücksichtigt werden sollten, um das Werkzeug effektiv in der Anforderungsanalyse einsetzen zu können. Im Anschluss wird eine DSL unter Berücksichtigung der Anforderungen hergeleitet.

4.1 Nutzungskontext

Im Wesentlichen wurden drei Zielgruppen für die DSL identifiziert: Analyst, Entwickler, und Benutzer einer zu entwickelnden, mobilen Lösung. Ein Benutzer muss nicht unbedingt ein klassischer Außendienstmitarbeiter sein – es kann sich auch dabei um einen Mitarbeiter mit ständig wechselnden Arbeitsumgebungen handeln (z.B. Pflegekraft im Altenheim). Ein Analyst sammelt im Rahmen der Anforderungserhebung u.a. Informationen über den Arbeitsalltag der Benutzer, z.B. durch eine Befragung. Idealerweise werden zusätzlich Fotos typischer Lokationen und Arbeits-Situationen erstellt. Die gesammelten Informationen und Fotos werden dem Entwicklerteam bereitgestellt – üblicherweise in Form von handschriftlichen Notizen. Mit Hilfe der DSL *Mobile Location Profile* soll sowohl eine strukturierte Erfassung gefördert als auch ein gemeinsames Verständnis unter den Beteiligten für die lokations- und prozessbedingten Besonderheiten etabliert werden.

4.2 Anforderungen an Sprache und Werkzeug

Die Notation der DSL sollte sich möglichst an alle drei Zielgruppen richten. Das graphische Modell und/oder das generierbare Zieldokument dienen als Diskussionsgrundlage. Der Detailgrad der Darstellung war so zu wählen, dass die wichtigsten Informationen eines Modelles sofort erkennbar sind und nicht zu viele Details das Modell visuell überladen. Bei den Wertinstanzen zu Lokationseigenschaften wurde die Anwendbarkeit gegenüber der Exaktheit vorgezogen. So ist es beispielsweise nicht wichtig, *wie* hell oder dunkel typischerweise eine Arbeitsumgebung ist, sondern *dass* sie in die eine oder andere Richtung von einem DIN-genormten Büro-Arbeitsplatz unterscheidet. Detailliertere Angaben sind in aller Regel nicht möglich, da die Lokationsprofile vielmehr gleichartige Verrichtungsorte- und Situationen beschreiben sollen und nicht einzelne, spezifische Orte. Die DSL sollte möglichst viele Szenarien bzw. Industriezweige abdecken können, in denen mobile Arbeitskräfte zu finden sind. Neben lokationsbedingten Faktoren spielen auch besondere *situationsbedingte* Varianten eine Rolle (wechselnde Arbeitsposition, bewusste Verdunkelung des Raumes beim Kunden zwecks Präsentation etc.). Um Medienbrüche bei der Benutzer-/Lokations-Analyse zu vermeiden, ist es sinnvoll den Modellierer auch *im Feld* oder *in Kundenworkshops* nutzen zu können. Das Werkzeug kann somit selbst als mobile Unternehmenssoftware betrachtet werden. Die Ergebnisse eines Modellierungsprozesses sollten im weiteren Verlauf des Projektes genutzt werden können.

Zusammenfassend lassen sich die Anforderungen wie folgt darstellen:

A1 Verständliche Notation für die gesamte Zielgruppe
A2 An Entwurfsentscheidungen angepasster Abstraktions- und Detailgrad
A3 Breite Abdeckung mobiler Szenarien
A4 Berücksichtigung abweichender (Arbeits-)Situationen
A5 Als Werkzeug: idealerweise bei einer Begehung oder im Workshop nutzbar
A6 Spezifikation in einem Standard Dokumentations-Format transformieren
A7 Regelsystem für Spezifikation erweiter- und anpassbar

4.3 Abstrakte Syntax (Metamodell)

Die *abstrakte Syntax* definiert die semantische Struktur und Beziehungen der Elemente in einem Modell. Dieser Teil der DSL lässt sich bei einer konkreten Modellinstanz – z.B. zwecks Generierung von Textartefakten – über eine Objektrepräsentation programmatisch nutzen. Mit dem SDK von Microsoft definiert man sowohl abstrakte (Abb. 1) als auch konkrete Syntax (nicht dargestellt) in einem grafischen Modell. Optisch ähnelt es einem Klassen- oder *Entity-Relationship* Diagramm, es enthält jedoch noch Regeln, Validierungen oder eigene Logik zur Erweiterung des Funktionsumfanges.

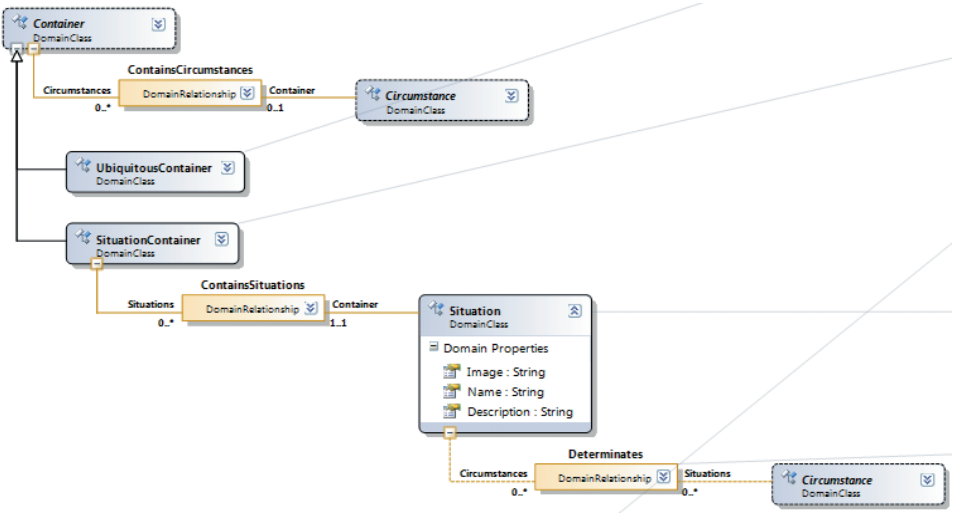


Abb. 1. Metamodell-Ausschnitt (Modellwurzel und Umstände ausgespart)

Die Basis-Elemente des Metamodelles sind in Abb. 1 zu sehen. Die beeinflussenden Faktoren (*Circumstance*, dt. Umstand/Sachverhalt) können am Verrichtungsort allgegenwärtig sein (*UbiquitousContainer*) oder werden durch eine bzw. mehrere Situationen (*SituationContainer*) im Geschäftsprozess (*Determinates*) bestimmt. Die *Situationen* hingegen können durch ein Bild visualisiert werden, dass diese *Situation* exemplarisch darstellt (vgl. Abschnitt 5). Es sein angemerkt, dass eine Modellinstanz genau einen typischen Verrichtungsort darstellt – evtl. mit mehreren Situationen. Die Differenzierung unterschiedlicher Situation (an gleichem Ort) ist notwendig, um abweichende Umstände definieren zu können (geänderte Raumkonfigurationen, andere Arbeitshaltung, etc.), ohne ein neues Modell mit redundanten Angaben erstellen zu müssen (A4). Dieser Teil des Metamodelles stellt so jedoch keine große Ausdrucksmöglichkeit dar. Die *Umstände* müssen daher näher spezifiziert werden. Zu diesem Zweck wurden zum Einen Expertenerfahrungen aus Industrie- und Forschungsprojekten gesammelt. Zum Anderen wurden ausgewählte Personen aus unterschiedlichen Berufsgruppen mit mobilen Arbeitsanteilen einer strukturierten Befragung unterzogen (A3). Die Befragten sollten Besonderheiten am Arbeitsplatz und im Arbeitsablauf beschreiben sowie Schwächen mobiler Lösungen – sofern vorhanden – in Bezug auf die Integration in ihren Arbeitsablauf aufzählen.

Aus dieser Mischung von Experten- und Laienbefragung konnte eine breite Basis beeinflussender Umstände identifiziert und spezifiziert werden (derzeit 20, mit Unterelementen 38). Es wurden nur die Umstände in das Metamodell aufgenommen, die unmittelbaren Einfluss auf die Anforderungen sowohl an Hard- und Software als auch Interaktionen und geplante Abläufe – sprich der Gebrauchstauglichkeit der Gesamtlösung – haben (A2).

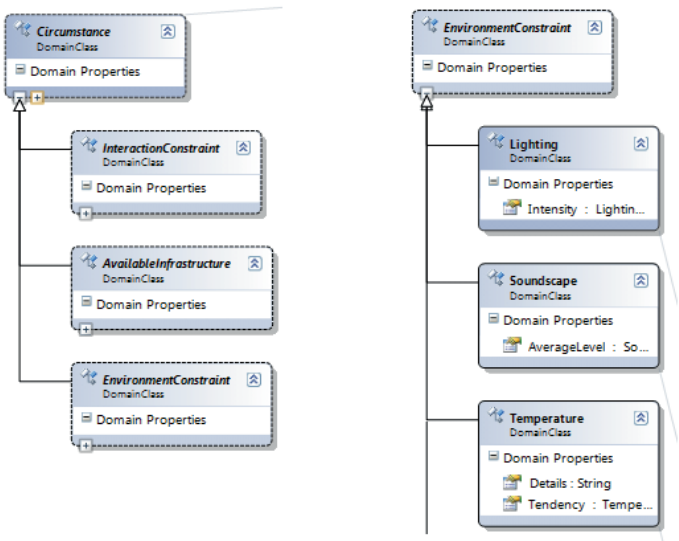


Abb. 2. Umstandsklassen und Beispiele für Umgebungseinschränkungen

Zur besseren Strukturierung oder Klassifikation (A2) wurden drei maßgebliche *Umstandsklassen* identifiziert (Abb. 2, linken Seite):

- *Interaktionseinschränkungen* sind im Wesentlichen durch die Art der Verrichtung gegeben und beschreiben Einschränkungen bezüglich der Interaktion mit einem potentiellen, mobilen Gerät – z.B. Körperhaltung, Handfreiheit, Handschuhe, etc.
- *Verfügbare Infrastruktur* beschreibt die nutzbare Geräteinfrastruktur vor Ort – beispielsweise Halterung, Ablagemöglichkeiten, Stromzufuhr, Datennetze, etc.
- *Umgebungseinschränkungen* sind Einschränkungen, die durch Umwelteinflüsse oder spezielle Raumkonfigurationen gegeben sind – z.B. Lichtverhältnisse, Extremtemperaturen, Geräuschpegel, etc.

Die einzelnen Umstände wurden gruppiert (z.B. Bekleidung: Handschuhe, Schutzbrille, bewegungshemmende Kleidung, etc.). Damit werden die graphischen Symbole für die Notation reduziert, die durch die semantischen Konzepte (Umstände bzw. Umstandsgruppen) determiniert sind (A1, A2).

4.4 Konkrete Syntax (Notation)

Der Entwurf *kognitiv effektiver* Notationen ist eine häufig unterschätzte Herausforderung bei der Erstellung gebrauchstauglicher DSLs [SB07]. Dagegen wird in der Praxis dem semantischen Modell (abstrakte Syntax) oft mehr Aufmerksamkeit geschenkt als der graphischen Notation (konkrete Syntax) [Mo09]. Beim Entwurf der *konkreten Syntax* wurden folgende Prinzipien nach Moody berücksichtigt (A1):

- *Semantische Transparenz* – Die Repräsentationen (Piktogramme) der Umstände und weiterer Eingabe-Elemente suggerieren ihre Bedeutung.
- *Komplexitätsmanagement* – Auf dem Modell platzierbare Piktogramme repräsentieren i.d.R. eine *Umstände*-Gruppe (siehe 4.3). Detaillierte Angaben sind *im Hintergrund* nicht unmittelbar sichtbar, sondern können erst durch weitere Interaktionen eingesehen/abgeändert werden.
- *Graphische Ökonomie* – Die Anzahl der Farben wurde nach einem ersten Prototyp deutlich reduziert.
- *Duale Codierung* – Das Modell wir mit textuellen ergänzt. Annotationen unterhalb der Piktogramme auf dem Modell fassen die Details zusammen.
- *Semiotische Deutlichkeit* - Eine 1:1 Korrespondenz zwischen Symbolen und semantischen Elementen wurde hergestellt. Insbesondere wurden Symbol Redundanz, -Überladung, -Überschuss und -Defizit weitestgehend vermieden.

Abb. 3. Beispiele Symbolsprache

Gemäß diesen Entwurfsprinzipien wurde für jeden *Umstand* ein Piktogramm entworfen (Beispiele in Abb. 3). Die Symbolsprache orientiert sich an bekannten Notationen, Standardsymbolen, oder Piktogrammen – z.B. aus dem Arbeitsschutz.

4.5 Werkzeug und Interaktion

Das Modellierungswerkzeug wird aus weiteren Angaben der DSL Definition – außerhalb der abstrakten und konkreten Syntax – generiert. Ein Modellierer einer Standard DSL besteht aus der Zeichenfläche, einem Werkzeugfenster und einem Eigenschaftsfenster für Detailangaben zum aktiven Element. Die Interaktion und die Bedienelemente sind allerdings für einen Einsatz im Feld oder in einem Workshop eher ungeeignet (zu kleine Eingabefelder etc.). Um der Anforderung A5 gerecht zu werden, wurden die Standard Visual Studio Fenster ersetzt (Abb. 4). Insgesamt wurden Interaktionen (*Drag&Drop*, *One-Click*-Dialoge, etc.) und Symboldimensionen so gestaltet, dass sowohl Maus als auch berührungsempfindliche Monitore eingesetzt werden können. Bilder der Lokationen lassen sich auf die Zeichenfläche ziehen und Umstände lassen sich per *Drag&Drop* in die Bilder ablegen, um sie zu verknüpfen.

Die Interaktion ist somit ausgelegt auf eine Nutzung im Feld oder in einem Workshop gemeinsam mit Kunden. Einige Beispiel-Szenarien werden in Abschnitt 5 dargestellt.

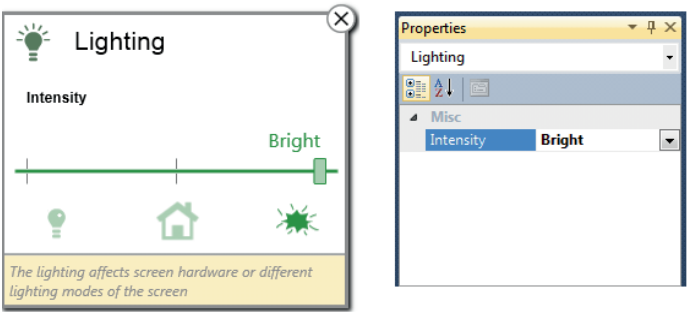


Abb. 4. Modifizierter (li.) und Standard (re.) Eigenschaftsdialog

4.6 Transformation

Das Zielmodell einer Modell-Transformation ist eine Usability-Spezifikation im HTML 5 Format – optional auch im MIME HTML Format (Webarchiv), in dem auch externe Ressourcen wie Bilder BASE64-kodiert einbetten werden können [RFC99]. Die resultierende Datei kann mit jeden gängigen Browser oder Textverarbeitung geöffnet werden (A6). Die Spezifikation kann als ergänzendes Dokument zum Lastenheft hinzugefügt werden und enthält alle Informationen aus dem Quellmodell in einer strukturierten, lesbaren Fassung. Darüber hinaus können Konsequenzen, Entwurfsempfehlungen oder Usability-Ziele generiert werden. Zu diesem Zweck wurde ein erweiterbares Regelsystem implementiert, dass auswertet, ob und in welcher Konfiguration oder Kombination Umstände konfiguriert wurden. Neben einer detaillierten Fassung der im Modell enthaltenen Informationen werden über die Auswertung der Regeln Hinweise, Alternativen, Warnungen oder Entwurfsempfehlungen generiert. Üblicherweise ist das *Text Template* (Generator) ein Teil des DSL Plugins. Für das *Mobile Location Profile* wurde hingegen ein Webservice implementiert, der hochgeladene Profile auswertet und die Dokumente online zur Verfügung stellt. Somit können Regeln und Texte unabhängig vom DSL Werkzeug hinzugefügt oder angepasst werden (A7).

4.7 Erfüllung der Anforderungen

Zusammenfassend werden die aufgestellten Anforderungen mit den Lösungsansätzen aus den vorangegangenen Abschnitten abgeglichen:

Anforderung	Erfüllt durch
A1 Verständlichkeit	Visuelle Notation nach Moody, teils bekannte Symbolsprache
A2 Detailgrad	Metamodell-Struktur, Auswahl/Ausprägung der Elemente
A3 Vielfältigkeit	Befragung, Szenarien unterschiedlicher Industriezweige
A4 Varianten	Durch Konzept der „Situationen“
A5 Mobiler Einsatz	Reduzierte Interaktionen, Touchinteraktion
A6 Standardformat	HTML, Webarchiv
A7 Erweiterbarkeit	Metamodell-Struktur, Trennung Regelsystem

Tabelle 1 - Übersicht Ansätze zur Erfüllung der Anforderungen

5 Evaluation

Da der Modellierer als mobile Applikation konzipiert wurde, wurde beim Entwurf sowohl der DSL als auch des Werkzeuges die benutzerzentrierte Methode angewendet. Die Evaluation der Referenzimplementierung (und somit der DSL) wurde iterativ durchgeführt. Geprüft wurde die Erfüllung der in Abschnitt 4.2 beschriebenen Anforderungen. Neben den Anforderungen an den Modellierer standen vor allem die Anwendbarkeit des Metamodells, die kognitive Effektivität der Notation und die Plausibilität der generierten Empfehlungen im wissenschaftlichen Fokus. Das Wissen bezüglich beeinflussender Faktoren ist abhängig von der individuellen Erfahrung und kann somit nur retrospektiv bzw. iterativ beurteilt werden. Somit kann die Vollständigkeit des Metamodelles nicht bewiesen oder überprüft werden. Jedoch wurden als Annäherung an eine *möglichst* vollständige Betrachtung unterschiedliche Geschäftsfelder sowie diverser Geräteklassen und -Ausstattungen, als auch Benutzerführung und Interaktion berücksichtigt.

Die Evaluation wurde mit Projektbeteiligten mobiler Lösungen (im KMU Umfeld) und Studenten diverser Fachrichtungen durchgeführt. Die Mitarbeiter sollten möglichst vollständig die Verrichtungsorte aktueller oder bereits abgeschlossener Projekte modellieren. Primäres Evaluationsziel war hier die Prüfung auf Ausdrucksmächtigkeit des Modells. In Workshops zu fiktiven Szenarien sollten die Studenten je ein Modell erstellen. Hier lag der Fokus auf Verständlichkeit und kognitiver Effektivität der Notation. Alle Tests wurden im Labor an einem Touchscreen durchgeführt. Im Verlauf sollten Metamodell, Notation, Werkzeug und Entwurfsempfehlungen bewertet werden. Insgesamt wurden Verrichtungsorte aus den Bereichen Pflege, Instandhaltung, Vertrieb, Straßenbau sowie Versicherungen abgedeckt.

5.1 Beispiel: Schadenschätzung bei Agrarversicherer

Die Schäden an Feldern und Fluren können Bauern durch Agrarversicherungen abdecken. Im Schadensfall bestimmen Schätzer der Versicherungen vor Ort das Vegetationsstadium und untersuchen die Schäden. Dazu sind aufwendige Schadensformulare nötig, die vor Ort ausgefüllt werden. Auf der Suche nach adäquater Hardware und Benutzerinteraktionen wurde u.a. das Modell in Abb. 5 definiert.

Bei diesem Profil handelt es sich um eine Bestandsaufnahme der Situationen vor dem Einsatz einer mobilen Lösung. Darin sind zwei *Situationen* dargestellt – eine Standardsituation an einem normalen Tag und eine bei schlechtem Wetter. Die verknüpften Umstände sind entweder auf einem Situations-Bild direkt platziert oder über Verbindungen zu einer oder mehreren Situationen assoziiert. Sie beschreiben die variablen (situationsspezifischen) Faktoren. Auf der linken Seite sind die Umstände aufgelistet, die allgemein durch den Verrichtungsort und/oder durch die Prozesstätigkeit bestimmt sind. Nicht alle Piktogramme und Details sind in dem Modell unmittelbar sichtbar. Sie werden jedoch bei der Generierung der Spezifikation berücksichtigt und im Dokument detailliert aufgeführt.

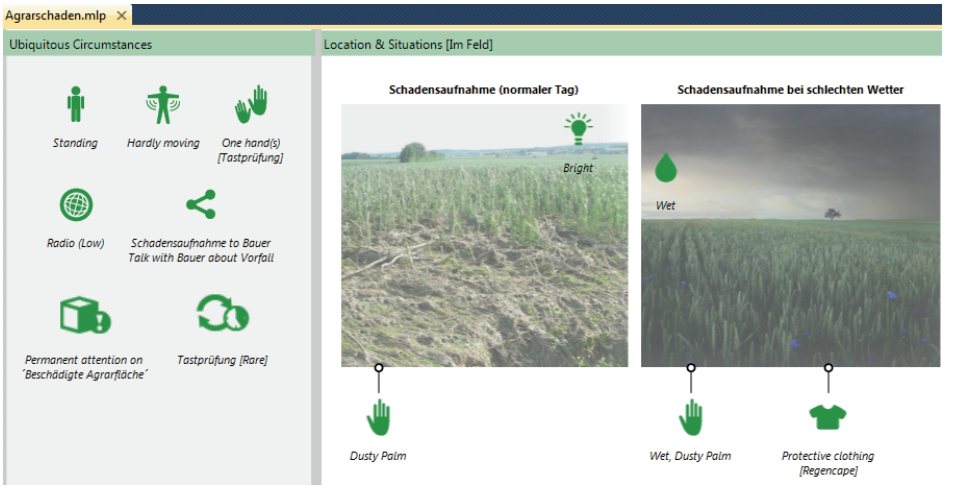


Abb. 5. IST-Situation(en) bei der Schadensaufnahme in einem Kornfeld

5.2 Resultierende Empfehlungen

Da keine Ablagemöglichkeit definiert wurde und eine Hand für die Tastprüfung genutzt werden muss, wurde die Empfehlung generiert, das mobile Gerät am Körper zu befestigen – beispielweise durch einen Umhängegurt. Alternativ könnte ein Tablet mit Touchbildschirm eingesetzt werden. Allerdings mit der Einschränkung, dass bei der *Situation* „schlechtes Wetter“ sowohl die Schutzkleidung (Regencape) als auch rutschige, nasse Handflächen zu berücksichtigen sind. Desweiteren sind entsprechende IP Schutzklassen zu berücksichtigen – entweder durch das Gerät oder einer Schutzhülle. Bedingt durch eine schlechte Netzanbindung, ist ein Onlineabgleich i.d.R. nicht möglich.

6 Ergebnisse, Kritische Diskussion und Ausblick

In diesem Beitrag wurde eine Modellierungssprache vorgestellt, die in der Phase der Anforderungsanalyse genutzt werden kann, um beeinflussender Faktoren für die Gebrauchstauglichkeit einer mobilen Lösung strukturiert zu ermitteln. Das Metamodell, die Notation und das implementierende Werkzeug wurden methodisch hergeleitet. Der Ansatz wurde in mehreren aktiven oder abgelaufenen Projekten sowie fiktiven Szenarien iterativ bzw. retrospektiv evaluiert. Es konnte gezeigt werden, dass das Metamodell unterschiedliche Geschäftsdomänen abdecken kann. Problematisch ist allerdings die Unterscheidung zwischen das absichtliche oder unbeabsichtigte Fehlen von *Umständen*. Durch die Formalisierung der Ortskonfigurationen in einem Modell ist es möglich, klare Transformations-Regeln für die Generierung von Entwurfshinweisen bzw. -Empfehlungen zu definieren. Die Empfehlungen der aktuellen hergeleiteten Regeln

konnten aktiv in die Entwicklung einfließen oder trugen zumindest zur Diskussion für mögliche Lösungsansätze bei.

Aus entwurfstechnischer Sicht unterstützt die hierarchische Struktur des Metamodelles eine eingeschränkte Rückwärtskompatibilität, sofern neue bzw. bisher nicht beachtete *Umstände* hinzugefügt würden. Durch die Trennung von Modell und Transformation können zudem weitere Spezifikationsregeln hinzugefügt bzw. angepasst werden. Die Modelle lassen sich darüber hinaus unterschiedlich weiterverarbeiten – z.B. direkt in .NET, über XML-fähige Programme oder über den sog. *ModelBus* in weiteren DSLs [Mi10a]. Für wiederkehrende Arbeitsumgebungen lassen sich Modellvorlagen erzeugen, die für konkrete Projekte wiederverwendet werden können (z.B. „Im Auto", „Bei Privatkunden", „Auf der Baustelle"). Das reduziert die notwendigen Schritte zur Definition einer neuen Umgebung, da lediglich z.B. prozessspezifische Situationen beschrieben werden müssen. Das Regelsystem für die Empfehlungen wurde vom Metamodell entkoppelt und kann unabhängig erweitert oder angepasst werden.

Die Evaluation fand unter Laborbedingungen statt. Eine Evaluation im Feld steht jedoch noch aus. Im Vordergrund der Evaluation standen zunächst die Vollständigkeit des Metamodells sowie die kognitive Effektivität der Notation. Es hat sich gezeigt, dass die Notation noch verbessert werden kann, während die Umstände bereits viele Szenarien abdecken. So könnten – zur besseren Unterscheidung der Intention – die Symbole der ermöglichenden und einschränkenden *Umstände* farblich unterschiedlich gekennzeichnet werden (Prinzip der *Perceptual Discriminability, Visual Distance*). Darüber hinaus ist es der relativ großen Anzahl an Umständen geschuldet, dass das Prinzip der *Semiotic Clarity* dem Prinzip der *Graphic Economy* („The Number of different symbols should be cognitively manageable") vorgezogen wurde. Moody weist auch darauf hin, dass sich die Prinzipien teilweise gegenseitig (positiv wie negativ) beeinflussen [Mo09]. Die Intention mancher Piktogramme war manchen Probanden nicht immer unmittelbar ersichtlich (z.B. Aufmerksamkeits-Intensität oder Handhabungsfrequenz). Dies war i.d.R. darauf zurück zu führen, dass es kein allgemein akzeptiertes, repräsentatives Symbol gab. In der darauf folgenden Iteration wurde somit das Prinzip *Dual Coding* umgesetzt. Intuitiv beabsichtigten einige Probanden Umstände zu definieren, die absichtlich nicht im Metamodell definiert wurden, da sie keine erkennbare Konsequenz für Entwurfsentscheidungen haben.

Im Metamodell werden zwar Varianten in Form von *Situationen* unterstützt, allerdings wird die Dynamik des Geschäftsprozesses nicht berücksichtigt. So können beispielsweise Medienbrüche per se nicht automatisch erkannt werden, um entsprechende Warnungen zu generieren. Allerdings lassen sich die Lokationsprofile in *Lanes* bereits jetzt von BPMN Prozessmodellen – ebenfalls als DSLs implementiert – referenzieren. Die enthaltenen *Tasks* können im nächsten Schritt mit den im Profil definierten *Situationen* verknüpft werden. Bei der automatisierten Analyse eines BPMN Prozesses könnten somit Medienbrüche abgeleitet werden.

Literaturverzeichnis

[Al08] Allweyer, T.: BPMN - Business Process Modeling Notation. Einführung in den Standard für die Geschäftsprozessmodellierung. Books on Demand, Norderstedt, 2008.

[Co07] Cook, S.: Domain-specific development with Visual Studio DSL tools. Addison-Wesley, Upper Saddle River, NJ, 2007.

[DBK03] Denger, C.; Berry, D.; Kamsties, E.: Higher quality requirements specifications through natural language patterns: SwSTE '03 Proceedings. IEEE International Conference on Software Science, Technology & Engineering. IEEE Comput. Soc, 2003; S. 80–90.

[De11] Decker, M.: Modellierung von Ortseinschränkungen für mobile Geschäftsprozesse mit höheren Petri-Netzen. In (Höpfner, H. et al. Hrsg.): MMS 2011Proceedings der 6. Konferenz; 28. Februar 2011 in Kaiserslautern, Deutschland. Ges. für Informatik, Bonn, 2011; S. 105–118.

[GHA] Genon, N.; Heymans, P.; Amyot, D.: Analysing the Cognitive Effectiveness of the BPMN 2.0 Visual Notation; S. 377–396.

[GKK05] Gruhn, V.; Köhler, A.; Klawes, R.: Mobile Process Landscaping by Example of Residential Trade and Industry, 2005.

[LS87] Larkin, J. H.; Simon, H. A.: Why a Diagram is (Sometimes) Worth Ten Thousand Words. In Cognitive Science, 1987, 11; S. 65–100.

[Ma06] Maiden, N. et al.: Making Mobile Requirements Engineering Tools Usable and Useful: 14th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE'06). IEEE, 2006; S. 29–38.

[MH10] Moody, D.; Hillegersberg, J.: Evaluating the Visual Syntax of UML: An Analysis of the Cognitive Effectiveness of the UML Family of Diagrams, 2010; S. 16–34.

[Mi10a] Microsoft: Integrating Models by using Visual Studio Modelbus. http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ff519531.aspx, 10.10.2011.

[Mi10b] Microsoft: Visualization and Modeling SDK - Domain-Specific Languages. http://msdn.microsoft.com/library/bb126259.aspx, 04.10.2011.

[Mo09] Moody, D. L.: The “Physics” of Notations: Toward a Scientific Basis for Constructing Visual Notations in Software Engineering. In IEEE Transactions on Software Engineering, 2009, 35; S. 756–779.

[OMG11] Object Management Group - BPMN 2.0 Specification http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF/

[RFC99] IETF: MIME Encapsulation of Aggregate Documents, such as HTML (MHTML), 1999.

[Ri07] Ritz, T.: Die benutzerzentrierte Entwicklung mobiler Unternehmenssoftware. In (Gesellschaft für Informatik Hrsg.): MMS 2007: Mobilität und mobile Informationssysteme. 2nd conference of GI-Fachgruppe MMS, 2007.

[SB07] Stahl, T.; Bettin, J.: Modellgetriebene Softwareentwicklung. Techniken, Engineering, Management. dpunkt-Verl., Heidelberg, 2007.

[VB04] Völter, M.; Bettin, J.: Patterns for Model-Driven Software-Development. http://www.voelter.de/data/pub/MDDPatte

Ein Ansatz zur Entwicklung von mobilen Augmented Reality Anwendungen

Sascha Alpers, Stefan Hellfeld, Andreas Oberweis, Ralf Trunko

Forschungsbereich Software Engineering
FZI Forschungszentrum Informatik
Haid-und-Neu-Str. 10-14
76131 Karlsruhe
(alpers, hellfeld, oberweis, trunko)@fzi.de

Abstract: Es wird ein Framework zur Erstellung von Augmented Reality (AR) Anwendungen für mobile Endgeräte beschrieben. Diese Anwendungen können im Gegensatz zu herkömmlichen AR-Anwendungen jedes reale Objekt als Marker verwenden und dessen räumliche Lage mit Hilfe von Objekterkennungsalgorithmen bestimmen. Die mit dem Framework erstellten Anwendungen sind einfach erweiterbar und domänenspezifisch konfigurierbar. Durch die Anbindung einer Server-Komponente sind die Einflussnahme auf die Anwendung und das Senden zusätzlicher Information an die Anwendung auf dem mobilen Endgerät möglich.

1 Einleitung

Die Nutzung mobiler Informationstechnologie (mobiler IT) zur Unterstützung der Aufgabenerfüllung mobiler Mitarbeiter nimmt in Unternehmen immer mehr zu [HV02, KPW03, TP91]. Beispielsweise wurde die Verwaltung von Lagerbeständen mittels mobiler IT durch das Erfassen von Strichcodes oder RFID-Chips[1], die an den eingelagerten Waren angebracht sind, erheblich verbessert [Ba08, Me06]. In den Unternehmen wurden so Personalkosten durch die Automatisierung der Arbeitsabläufe (bspw. in der Lagerverwaltung) eingespart.

Die Verwendung mobiler IT beschränkt sich jedoch nicht nur auf derartige Einsatzszenarien. Mobile Endgeräte bieten mit ihren verschiedenen Schnittstellen zur Ein- und Ausgabe von Daten zusätzliche Interaktionsmöglichkeiten für den Anwender. Gegenwärtige Endgeräte besitzen unter anderem eine Kamera, einen Kompass und einen GPS[2]-Sensor.

[1] Ein RFID-Chip (Radio Frequency Identification Chip) wird zur Lokalisierung und automatischen Identifizierung von Objekten verwendet.
[2] GPS steht für Global Positioning System und bezeichnet ein Satellitennavigationssystem zur Positionsbestimmung auf der Erdoberfläche.

Die multimodale Nutzung[3] der Endgeräte ermöglicht neue Konzepte zur Unterstützung der Mitarbeiter im Unternehmen und zu deren Interaktionen mit den Endgeräten. Die *erweiterte Realität* (engl. *Augmented Reality, AR*) [Az01, Az97, We07, Zo08] ist eine neue Anwendungsform, die die multimodale Nutzung der Endgeräte voraussetzt. Ziel von AR ist es, die menschliche Wahrnehmung der Realität um zusätzliche Informationen anzureichern. Diese Informationen sollen mit der Realität im Idealfall so verschmelzen, dass sie vom Betrachter als eine Einheit wahrgenommen werden. Als Anwendung auf einem mobilen Endgerät realisiert, stellt die Augmented Reality bspw. positionsspezifische Zusatzinformationen im Kamerabild des Endgeräts dar und kann den Mitarbeiter in seiner betrieblichen Aufgabenerfüllung wesentlich unterstützen.

Im Folgenden wird ein Ansatz der erweiterten Realität im Zusammenhang mit der Entwicklung eines Frameworks zur Erstellung von Augmented Reality Anwendungen vorgestellt. Im weiteren Verlauf dieses Beitrags werden zunächst die Grundlagen von Augmented Reality vorgestellt. Anschließend werden der Aufbau des Frameworks sowie dessen Nutzung erläutert. Im Detail wird auf die Besonderheiten des Frameworks bzw. der Anwendungen, die mittels des Frameworks erstellt werden können, eingegangen. Nach einer Beschreibung von möglichen Einsatzszenarien für die erstellten Anwendungen schließt der Beitrag mit einem Ausblick auf weitere Forschungsarbeiten.

2 Bisherige Ansätze von Augmented Reality Anwendungen

Rosenblum [Ro00] hat bereits im Jahr 2000 prognostiziert, dass 2020 AR-Anwendungen auf mobilen Endgeräten (auch *mobile AR-Anwendungen* genannt) alltäglich sein werden. Neben dem Einsatz in der Freizeit sieht er ein weites Feld für deren produktiven Einsatz, der von der Augmented Reality Nutzung in Lernumgebungen über medizinische Anwendungen bis hin zur Unterstützung von betrieblichen Entwurfs- und Wartungsprozessen reicht. Inzwischen haben erste Ansätze, die den gewerblichen Einsatz von AR-Anwendungen beschreiben, das hohe Potenzial dieser Anwendungsform gezeigt. Beispiele sind AR-Anwendungen zur Entwurfsunterstützung von Fertigungsstraßen [Do03], zur Simulation von Unfallschäden [Na04], zur Unterstützung der Kabelbaumkonfektionierung bei einem großen europäischen Flugzeughersteller [Sc05] und zur Anzeige von unterirdischen Leitungen für Wartungstechniker [Sc09].
Hervorzuhebende Eigenschaften von AR-Anwendungen, die häufig in der Literatur genannt werden, sind:

(1) Eine AR-Anwendung kombiniert reale und virtuelle Objekte. Sie reichert dabei primär die reale Umgebung bzw. eine Darstellung derselben mit ausgewählten virtuellen Objekten an [Az01, Az97].

[3] Die multimodale Nutzung eines mobilen Endgeräts beschreibt die Ein- oder Ausgabe von Daten mit Hilfe mehrerer Schnittstellen. Bspw. ist die Benachrichtigung des Benutzers in Form von Signalton und Vibration im Falle eines ankommenden Anrufs, eine multimodale Nutzung. Das Endgerät verwendet ein Audiosignal und ein haptisches Signal zur Informationsübertragung an den Benutzer.

(2) Die virtuellen Objekte einer AR-Anwendung werden positionskorrekt und lagerichtig[4] an realen Objekten, mit denen sie in fester Beziehung stehen, ausgerichtet [Az01, We07].

(3) Die AR-Anwendung interagiert mit dem Anwender in Echtzeit, was bedeutet, dass die Interaktion innerhalb einer definierten Zeitspanne erfolgt. Diese Zeitspanne sollte so klein sein, dass die Reaktionen des Endgeräts vom einzelnen Anwender als ausreichend schnell erachtet werden können [Az97, Zo08].

Aufbauend auf diesen Eigenschaften lassen sich drei Kernfunktionalitäten ableiten, die jede AR-Anwendung erfüllen sollte [We07]:

(1) *Die realen Objekte (und deren Lage) im Blickfeld des Anwenders bzw. des Endgeräts, auf dem die AR-Anwendung ausgeführt wird, müssen bestimmbar sein:*
Viele gängige Anwendungen lösen diese Aufgabe durch Lokalisierung des Endgeräts (bspw. unter freiem Himmel mittels GPS) und durch Bestimmung der Blickrichtung mittels weiterer Sensoren (z.B. Kompass-Sensor, Neigungssensor). Der in diesem Beitrag vorgestellte Ansatz analysiert jedoch ausschließlich Bildinformationen und benötigt darüber hinaus keine Sensoren. Er kann sowohl in geschlossenen Räumen als auch im Freien eingesetzt werden.

(2) *Die Anwendung muss über Präsentationsmechanismen, die eine Darstellung der virtuellen Objekte ermöglichen, verfügen:*
Derlei Mechanismen werden einerseits nach der Position des Endgeräts, welches zur Präsentation genutzt wird [BR06], und andererseits nach der Anzeigetechnik [KP10] unterschieden. Anwendungen, die mit dem vorgestellten Framework erstellt werden, nutzen das sogenannte "video-see-through-Verfahren" auf den mobilen Endgeräten. Bei diesem Ansatz werden die darzustellenden Objekte in ein Echtzeit-Videobild der Realität eingefügt und auf dem Display des Endgeräts dargestellt. Um dies zu ermöglichen, muss das Endgerät über eine Kamera (mit ausreichender Bildwiederholrate[5]) und über ein ausreichend großes Display verfügen.

[4] Lagerichtig bedeutet, dass die virtuellen Objekte entsprechend der räumlichen Lage der realen Objekte gedreht werden. Es wirkt dann (s. Abb. 1 links) so als würde der Zylinder auf dem Tisch stehen.

[5] Als Richtwert können 25 Bilder pro Sekunde (engl. frames per second, fps) verwendet werden. Das Fernsehen überträgt mit dieser Wiederholrate. Das Fernsehbild wird vom menschlichen Auge nicht mehr als Bildabfolge, sondern als Film wahrgenommen [Fr03].

(3) *Die Anwendung muss Interaktionsmechanismen besitzen, welche sowohl auf Manipulationen der realen Objekte (durch den Nutzer oder durch Dritte) außerhalb der AR-Anwendung reagieren, als auch virtuelle Manipulationen*[6] *innerhalb der AR-Anwendung ermöglichen.*

Wird eine AR-Anwendung nicht unter freiem Himmel ausgeführt, so kann auch keine GPS-Information zur Lokalisierung des Endgeräts verwendet werden. Daher existieren im Bereich der AR-Anwendungen, die auch innerhalb von Gebäuden genutzt werden können, drei unterschiedliche Arten:

- Anwendungen, die die Position der virtuellen Objekte anhand von künstlichen Markern[7], die speziell zu diesem Zweck in der Realität platziert werden, bestimmen (exemplarisch in [Sc05], siehe Abbildung 1, linke Seite).

- Anwendungen, die eine Identifikation von einfachen zweidimensionalen, realen Objekten (die als natürliche Marker dienen) in aufgenommenen Bildern ermöglichen. Die Bilder werden mit Objekterkennungsalgorithmen analysiert. Man spricht dabei vom "Natural Feature Tracking" [Gr10] oder vom "Markerless Tracking" [HB11], da die natürlichen Objekte keine Marker im herkömmlichen Sinne darstellen (siehe Abbildung 1, rechte Seite).

- Anwendungen, die mit Lokalisierungstechnologien für Innenräume arbeiten, die eine Lokalisierung des mobilen Endgeräts im Raum ermöglichen [To10]. Diese Art von AR-Anwendungen wird aufgrund hoher Kosten, die bei der Installation der Lokalisierungstechnologien entstehen[8], selten eingesetzt.

Verwendet eine Anwendung künstliche Marker, so werden die virtuellen Objekte im Kamerabild an die Position der künstlichen Marker gezeichnet (siehe Abbildung 1, linke Seite). Das Kamerabild wird von Algorithmen analysiert und die Lage des künstlichen Markers wird identifiziert. Anhand dieser Lage kann eine Projektionsebene für die

[6] Der Anwender kann bspw. ein virtuelles Objekt durch geeignete Gesten drehen oder verschieben und somit die Ausrichtung – auch in Bezug auf die realen Objekte – verändern.

[7] Künstliche Marker sind einfache zweidimensionale QR-Codes, die Informationen als Anordnung von schwarzen Quadraten innerhalb eines definierten Bereichs speichern können.

[8] Bspw. kostet die Hardware für eine Lokalisierungstechnologie für Innenräume mittels Ultrabreitband-Technologie für einen ca. 30 m² großen Raum mit 4 Sensoren und 10 "Tags" zur Ortung ca. 15.000 Euro. Zusätzliche Kosten würden durch die notwendige Software und durch die Einrichtung des Systems entstehen. Eine alternative Installation einer Lokalisierungstechnologie, die auf WLAN basiert, könnte zwar vorhandene Zugangspunkte verwenden, es müssten aber zur Erreichung einer akzeptablen Genauigkeit zusätzliche Zugangspunkte installiert werden. Im Anschluss entstehen weitere Kosten, da die Räumlichkeiten in einem spezifischen Verfahren (Fingerprinting) zu kartographieren sind. Bei Positionsveränderungen der WLAN Zugangspunkte wäre eine erneute Kartographierung notwendig (Vgl. [SSH03] [HSS06] [Sc06]).

Zeichnung der virtuellen Objekte berechnet werden. Bevor eine solche Anwendung eingesetzt werden kann, müssen alle in Frage kommenden Objekte mit künstlichen Markern versehen und katalogisiert werden. Der Nutzer muss dann die speziell zu diesen Markern gehörende Anwendung verwenden.

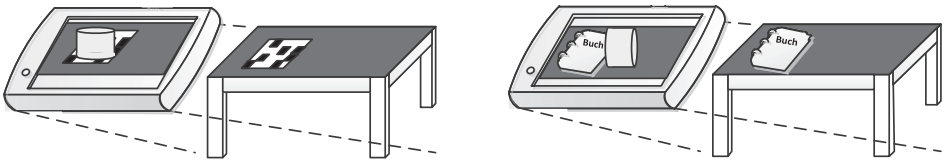


Abbildung 1: Positionierung virtueller Objekte anhand künstlicher und natürlicher Marker

Im Gegensatz dazu setzt die Verwendung von natürlichen Markern in einer AR-Anwendung das "Initialisieren" der Anwendung voraus. Dieses beinhaltet die Verknüpfung der virtuellen Objekte mit den entsprechenden Markern (realen Objekten), die in einem aufgenommenen Bild der Realität erkannt werden. In gängigen Anwendungen wird mit realen Objekten gearbeitet, die durch Objekterkennungsalgorithmen ohne großen Rechenaufwand erkannt werden können, bspw. einfache Logos oder Symbole. AR-Anwendungen, die mit natürlichen Markern arbeiten, besitzen den Nachteil, dass anhand der Marker die Lage des virtuellen Objektes im Raum nicht festgestellt werden kann. Somit ist nicht bekannt, wie das virtuelle Objekt in Verbindung zur Realität ausgerichtet und platziert werden muss. Die virtuellen Objekte werden lediglich auf einen Bereich des Kamerabildes eingeblendet. Ein Beispiel ist in Abbildung 1 auf der rechten Seite zu sehen. Die Anwendung kann die Lage des Buches auf dem Tisch in der Realität nicht erkennen. Dies hat zur Folge, dass die räumliche Projektionsebene, auf welche das virtuelle Objekt (der Zylinder) projiziert werden soll, nicht errechnet werden kann. Der räumliche Bezug des virtuellen Objektes zum realen Objekt geht verloren.

3 Aufbau des Frameworkes AR2Go

Das Framework AR2Go, das in diesem Beitrag vorgestellt wird, ermöglicht die Erstellung von AR-Anwendungen, die jedes reale Objekt als Marker verwenden können. Darüber hinaus wird jeweils auf Basis der Lage des realen Objektes die Projektionsebene für die virtuellen Objekte berechnet. AR2Go unterstützt die Erstellung hochintegrativer Anwendungen, die schnell auf ihren Einsatz in unterschiedlichen Anwendungsdomänen angepasst werden können.

AR2Go ist komponentenbasiert aufgebaut (zu sehen in Abbildung 2). Es unterstützt die Identifikation natürlicher Marker durch Objekterkennungsalgorithmen. Diese Algorithmen sind in den dafür vorgesehenen *Bibliotheken* gespeichert. In einer *Datenbank* werden alle relevanten Daten einer Anwendung, die mit AR2Go erstellt werden soll, gespeichert. Die Datenbank beinhaltet die Daten, die zur Objekterkennung verwendet werden, sowie die damit verknüpften virtuellen Objekte (siehe Abschnitt 4.1). Die Komponente

der *mobilen Plattformen* kapselt die betriebssystemspezifische Benutzungsoberfläche und Grundfunktionalität für die jeweilige mobile Plattform. AR2Go unterstützt zurzeit sowohl das Betriebssystem Android von Google[9] als auch das iOS von Apple[10].

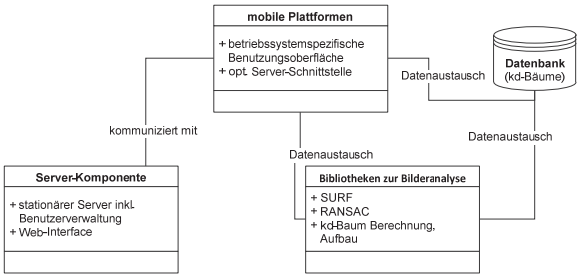


Abbildung 2: Aufbau von AR2Go

Die *Server-Komponente* beinhaltet Routinen, die die Komponente selbst und die Kommunikation der mobilen Anwendung mit der Server-Komponente realisieren. Darüber hinaus ist im Server eine Benutzerverwaltung implementiert, die auf Basis der jeweiligen Rechte die Kommunikationsverwaltung für eine erstellte mobile Anwendung übernimmt (siehe hierzu Abschnitt 4.3).

4 Verwendung von AR2Go

Durch die Realisierung der Datenbasis in einer austauschbaren Datenbank können profilbasierte Anwendungen erstellt werden. Bspw. kann eine Anwendung in einem Krankenhaus eine Datenbank für das Profil eines Arztes und eine Datenbank für das Profil einer Krankenschwester beinhalten.

Innerhalb der Anwendung kann jedes reale Objekt als Marker dienen. Hierfür arbeitet AR2Go mit unterschiedlichen Objekterkennungsalgorithmen, die signifikante Merkmale realer Objekte in aufgenommenen Bildern der Objekte extrahieren und zum Abgleich optimiert abspeichern können. Eine Anwendung muss daher vor deren Nutzung initialisiert werden.

4.1 Initialisierung der Objekterkennung innerhalb der Anwendung

Zum Initialisieren der Objekterkennung werden Bilder realer Objekte hinsichtlich besonderer Merkmale mit Hilfe eines Objekterkennungsalgorithmus analysiert. In diesem Zusammenhang wurden zwei Algorithmen zur Schlüsselpunkt-basierten Extraktion von

[9] Siehe hierzu http://www.android.com/
[10] Siehe hierzu http://www.apple.com/de/ios/

Merkmalsdeskriptoren – der SURF[11]- und der SIFT[12]-Algorithmus – auf verschiedenen mobilen Plattformen in der Programmiersprache C implementiert und in der Nutzung innerhalb AR2Go analysiert[13]. Die Vergleichsergebnisse, die nach mehreren Tests auf den mobilen Plattformen gewonnen wurden (siehe Tabelle), decken sich mit den Ergebnissen der Literatur [JG10]. Aufgrund der besseren Werte im Bereich der Durchlaufzeit und der höheren Toleranz im Bereich der Beleuchtungsqualität der Bilder der realen Objekte, wurde für AR2Go der SURF-Algorithmus implementiert. Dies begründet sich in der Tatsache, dass die Anwendung die Berechnung der Merkmalsdeskriptoren aus existierenden Bildern, um diese mit den gespeicherten Merkmalsdeskriptoren abzugleichen, möglichst schnell durchführen muss. Darüber hinaus ist die Qualität der Kamerabilder, die mit der Kamera eines mobilen Endgeräts angefertigt werden, im Bereich der Beleuchtung nicht besonders gut. Dies erfordert einen Algorithmus, der in diesem Bereich eine hohe Toleranz aufweist.

Durch die Analyse von Bildern der realen Objekte ist es möglich, die Anwendung mit einer bereits existierenden Bilderauswahl zu initialisieren oder Bilder direkt auf dem Gerät aufzunehmen und diese analysieren zu lassen (siehe Abbildung 3, Schritt 1 und Schritt 2).

Vergleichsmethode	SIFT	SURF
Durchlaufzeit	Befriedigend	Sehr gut
Rotation	Sehr gut	Gut
Beleuchtungsveränderung	Befriedigend	Sehr gut

Tabelle 1: Vergleich von SURF- und SIFT-Algorithmus

Die Merkmalsdeskriptoren werden als Vektoren auf Basis eines XML-Schemas [MYC06] gespeichert (siehe Abbildung 2, Schritt 3). In einem nächsten Schritt werden die Daten in k-dimensionalen Bäumen gespeichert. Dies ermöglicht eine Optimierung, die die spätere Suche nach spezifischen Merkmalen beschleunigt (siehe Abschnitt 4.2 und Abbildung 3, Schritt 4).

[11] Der Speeded Up Robust Feature (SURF) Algorithmus wurde zur schnellen und robusten Erkennung von Bildmerkmalen von Bay et al. entwickelt. Der SURF-Algorithmus arbeitet mit Mittelwertfiltern zur Extraktion von Bildmerkmalen [BTG08].

[12] Der Scale-invariant Feature Transform (SIFT) Algorithmus wurde ebenfalls zur Erkennung von Bildmerkmalen entwickelt. Der Algorithmus arbeitet im Vergleich zum SURF-Algorithmus mit Gauss-Filtern zur Extraktion der Bildmerkmale. Entwickelt wurde der Algorithmus von David G. Lowe [Lo04].

[13] Die beiden Algorithmen wurden auf den Plattformen iOS und Android implementiert. Das Framework AR2Go wurde anschließend auf einem Samsung Galaxy Tab, einem Lenovo Thinkpad Tablet, einem Apple iPad 2, einem Apple iPhone 4, einem HTC Google Nexus One und einem Samsung Galaxy S getestet. Zum Vergleich wurden mehrfache Bildanalysen mit unterschiedlichen Parametern durchgeführt und die Erkennungsrate sowie weitere Parameter wie Geschwindigkeit, Belastung der Ressourcen etc. gegeneinander verglichen.

Nach Analyse der Bilder der realen Objekte und der Generierung der Merkmalsdeskriptoren müssen diese in der Initialisierungsphase der Anwendung noch mit den virtuellen Objekten verknüpft werden (siehe Abbildung 3, Schritt 5). Bei den virtuellen Objekten kann es sich entweder um Daten in Form von Text und Bildern handeln oder es sind dreidimensionale virtuelle Objekte, die dargestellt werden sollen. Handelt es sich um Daten in Form von Text und Bild, so können diese mit AR2Go bei der Erstellung der Anwendung auf das mobile Endgerät geladen werden. Eine spätere Übertragung der Daten ist ebenfalls möglich. Der Benutzer kann die Deskriptoren eines realen Objektes mit den virtuellen Objekten verknüpfen, indem aus einer Liste der virtuellen Objekte die relevanten Objekte einfach ausgewählt werden (siehe Abbildung 3, Schritt 5). Im abschließenden Schritt werden die Merkmalsdeskriptoren mit den verknüpften virtuellen Objekten in der Datenbank gespeichert (siehe Abbildung 3, Schritt 6).

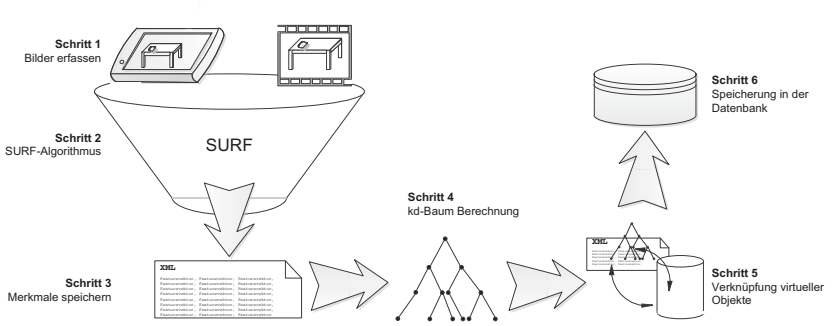


Abbildung 3: Vorgehen zum Initialisieren der Objekterkennung innerhalb der Anwendung

4.2 Erkennen von Objekten und Einblendung virtueller Objekte

Der Ablauf der Objekterkennung ist in Abbildung 4 dargestellt. Die Merkmalsextraktion und die Merkmalsdeskription werden mit dem bereits in Abschnitt 4.1 vorgestellten SURF-Algorithmus realisiert. Dieser wird in dieser Phase nicht mehr mit den zur Initialisierung der Anwendung verwendeten Bildern benutzt, sondern verarbeitet Live-Aufnahmen der Kamera des mobilen Endgeräts. Zur Beschleunigung des Verfahrens kann bestimmt werden, dass nur ein spezifischer Ausschnitt des Bildes analysiert wird. Die Merkmalsdeskriptoren werden aus einem einzelnen Bild, welches mit der Kamera des mobilen Endgeräts aufgenommen wurde, extrahiert.

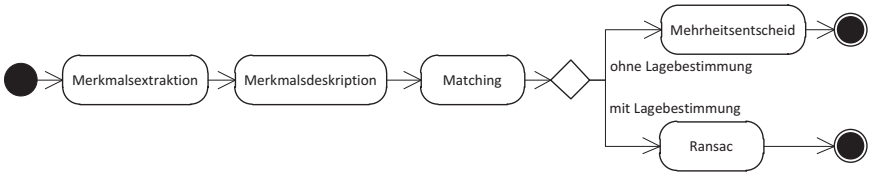


Abbildung 4: Ablauf der Objekterkennung

Im nächsten Schritt, dem "Matching", werden die Merkmalsdeskriptoren mit den in der Datenbank gespeicherten Deskriptoren verglichen. Eine naive Herangehensweise beim Vergleich von Deskriptoren ist der Vergleich auf dessen geometrischen Abstand hin. Je näher sich zwei Deskriptoren in ihrem geometrischen Abstand sind, desto ähnlicher sind sie. Da dieses Verfahren aber eine Komplexität von $O(n^2)$ besitzt[14], wurde es durch k-dimensionale Bäume[15] in der Anwendung ersetzt. Die sogenannten *kd-Bäume* erlauben eine Suche nach dem nächsten Nachbarn eines Deskriptors mit einer Komplexität von $O(n \log n)$. Nach [SH08] wurde eine Prioritätenliste verwendet, die es ermöglicht, den kd-Baum noch effizienter zu durchsuchen, indem die Überprüfung der jeweiligen Nachbarknoten verbessert wird. War die Suche nach den Merkmalsdeskriptoren eines realen Objektes in der Datenbank erfolgreich, so werden die dazugehörigen virtuellen Objekte dargestellt. Die Identifikation realer Objekte wird mit AR2Go durch zwei verschiedene Ansätze realisiert, die nachfolgend kurz vorgestellt werden.

4.2.1 Ansatz 1: Erkennung realer Objekte ohne deren räumliche Lage

Ansatz 1 verfolgt das Ziel, die realen Objekte lediglich zu identifizieren und im Bild wiederzuerkennen. Die Lage der Objekte im Raum spielt keine Rolle. Dies ist der in Abbildung 4 dargestellte Schritt des „Mehrheitsentscheid“, in welchem lediglich das Muster mit den meisten Matches ausgewählt wird. So ist bspw. die anwendungsbasierte Identifikation bzw. Wiedererkennung eines Türschildes (wie im Einsatzszenario in Abschnitt 5 beschrieben) ausreichend, um Informationen, die nicht räumlich ausgerichtet sein müssen, über die Person, die in den Räumlichkeiten ihr Büro hat, anzuzeigen. Der SURF-Algorithmus analysiert das Bild und markiert die darin enthaltenen Merkmalsdeskriptoren (siehe Abbildung 5). Diese werden dann mit den Deskriptoren in der Datenbank abgeglichen.

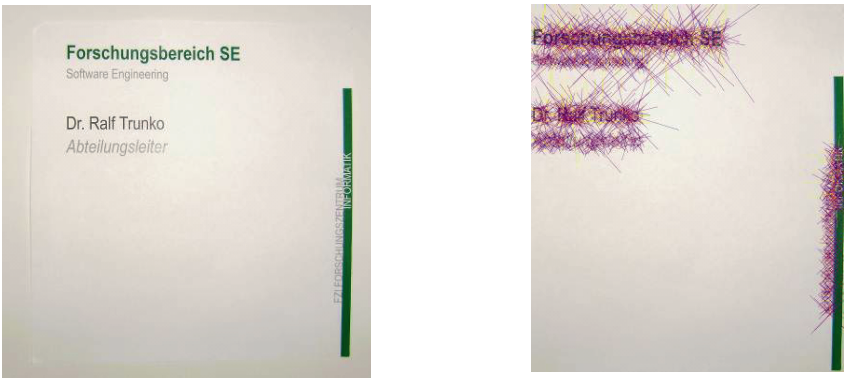


Abbildung 5: Erkennung eines Türschildes

[14] Dabei bezeichnet n die Anzahl der Punkte mit denen der Vergleich durchzuführen ist.
[15] Ein k-dimensionaler Baum ist ein Suchbaum zur Speicherung von Punkten. Durch die Anordnung der Punkte in einem Baum kann schneller nach einem spezifischen Punkt gesucht werden [Be90].

4.2.2 Ansatz 2: Erkennung realer Objekte mit deren räumlicher Lage als komplexe Marker

Der zweite Ansatz der Objekterkennung geht davon aus, dass die virtuellen Objekte anhand der Lage der realen Objekte im Raum ausgerichtet und dargestellt werden sollen. Daher werden in Ansatz 2 die räumliche Lage der realen Objekte aus den Bildern erfasst und positionskorrekte und lagerichtige "Projektionsflächen" für die virtuellen Objekte generiert. Eine Anwendung des zweiten Ansatzes ist in Abbildung 6 dargestellt, der automatisch gezeichnete Rahmen zeigt die Projektionsebene. Bei der Auswahl und Optimierung eines geeigneten Algorithmus war die Erkennungsgeschwindigkeit der Projektionsebene ausschlaggebend. Daher wurde ein probabilistischer Algorithmus in Form des *Random Sample Consensus (kurz RANSAC) Algorithmus* von Fischler et al. [FB81] gewählt. Dieser beschreibt die Struktur der Projektionsfläche zwar nur mit hoher Wahrscheinlichkeit optimal, aber in den untersuchten Fällen der Einsatzszenarien wurde mit den spezifischen Parametern die Fläche richtig erkannt (für die spätere Projektion von Objekten ist es nicht notwendig, die Lage eines realen Objektes pixelgenau zu erkennen, Abweichungen von wenigen Pixeln haben keine wahrnehmbaren Auswirkungen auf die Berechnung der Projektionsfläche bzw. Projektion).

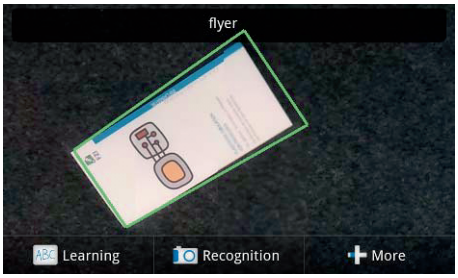


Abbildung 6: Am Objekt ausgerichtete Projektionsebene

Die Bilder der realen Objekte werden nach der Bearbeitung durch den SURF-Algorithmus mit Hilfe des RANSAC-Algorithmus analysiert. Dem Algorithmus muss (wie bereits oben erwähnt) die Form der späteren Struktur (in Abbildung 6 ein Viereck) und die Anzahl an Iterationen, die maximal zur Berechnung durchlaufen werden sollen, vorgegeben werden.

Mit Hilfe des von Márquez-Neila et al. [Ma08] beschriebenen Ansatzes konnte die Anzahl so gewählt werden, dass das Ergebnis einerseits mit ausreichend hoher Wahrscheinlichkeit eine qualitativ ausreichende Beschreibung der tatsächlichen Struktur darstellt und andererseits die Anzahl an Iterationen nicht zu hoch ist und die Berechnung (ohne für den Anwender einen echten Mehrwert zu erzeugen) zu lange dauert.

Der RANSAC-Algorithmus wurde ebenfalls für mobile Endgeräte optimiert und in die Bibliotheken von AR2Go eingebunden. In Abbildung 7 ist der Ablauf der Erkennung komplexer Marker in Form eines Struktogramms beschrieben. In jeder Iteration werden jeweils zufällig Punkte im Bild ausgewählt und es wird im Anschluss für die dadurch entstehende Struktur bestimmt, wie viele andere Punkte innerhalb der Struktur liegen. Als Ergebnis werden nach Abschluss aller Iterationen die Punkte zurückgegeben, die die höchste Zahl von einem Muster zugeordneten Merkmalen einschließen. Zusätzlich wird das dazugehörige Muster zurückgegeben. Dadurch wurden einerseits ein Objekt identifiziert und andererseits die Eckpunkte einer Fläche bestimmt. Mittels dieser Eckpunkte,

die eine Fläche aufspannen, kann ein virtuelles Objekt lagerichtig in der Anzeige des Kamerabildes positioniert werden.

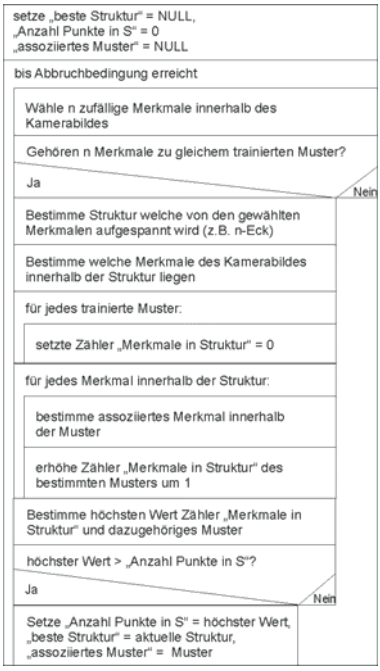


Abbildung 7: Struktogramm der eingesetzten Variante des RANSAC-Algorithmus

4.3 Verwendungsmöglichkeiten der Server-Komponente

Ist eine zusätzliche Unterstützung des Benutzers bei der Nutzung der Anwendung erwünscht, so kann die Server-Komponente in AR2Go verwendet werden. Diese Komponente implementiert auf einem stationären Arbeitsplatzrechner einen Webserver, der es weiteren Benutzern über ein Netzwerk (vorausgesetzt, das mobile Endgerät und der stationäre Arbeitsplatzrechner befinden sich im gleichen Netzwerk) ermöglicht, eine Verbindung zum Endgerät, auf welchem die Anwendung betrieben wird, aufzubauen. Der Server stellt eine Benutzungsoberfläche zur Verfügung, auf welcher man sich zunächst mit einem vorher generierten Benutzerkonto anmelden muss. Dies ist eine Sicherheitseinstellung, die verhindert, dass nicht-autorisierte Personen Zugriff auf die Anwendung bekommen. Um eine Verwendung der Anwendung in möglichst vielen Szenarien zu unterstützen, sind innerhalb der Server-Komponente und somit auf der zur Verfügung gestellten Benutzungsoberfläche alle bereits angemeldeten Benutzer sichtbar. Die Oberfläche selbst enthält die Darstellung des gerade aufgezeichneten Kamerabildes, welches in der Anwendung zu sehen ist. Darüber hinaus besitzt die Server-Komponente die Möglichkeit, Daten an die Anwendung zu senden (siehe Abbildung 8, linke Seite). Dies soll die Interaktivität der Anwendung unterstützen. Benötigt bspw. ein Mitarbeiter

bei seiner Aufgabenerfüllung Hilfe, so kann ihm ein Kollege einfach zugeschaltet werden. Über den Datenaustausch-Kanal ist es möglich, über die Server-Komponente Daten in Form von Bildern oder Text auf das Endgerät zu schicken. Diese werden dann in das Kamerabild projiziert und dem Benutzer angezeigt. Zu sehen ist dies in Abbildung 8. Der Benutzer am stationären Arbeitsplatzrechner muss lediglich die Daten, die er auf dem mobilen Endgerät anzeigen möchte, auswählen und diese werden an die Anwendung gesendet. Darüber hinaus kann der Benutzer der Anwendung dem zugeschalteten Helfer eindeutig sein Problem zeigen, da alle fünf Sekunden das aktuelle Kamerabild des Endgeräts als Bild in die Benutzungsoberfläche des Servers integriert wird.

Die Server-Komponente soll in zukünftigen Versionen von AR2Go um Methoden zur kollaborativen Aufgabenerfüllung erweitert werden. Die Benutzerkonten, die bereits im Server vorhanden sind, bilden die Voraussetzung dafür.

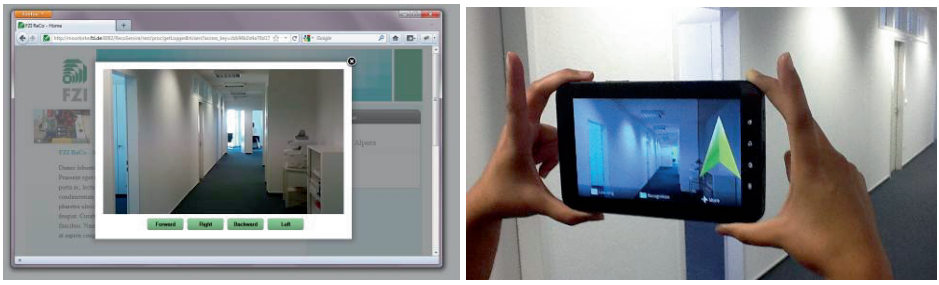


Abbildung 8: Navigationsunterstützung für einen Anwender über eine Serverschnittstelle

5 Einsatzszenarien von AR2Go

Mit Hilfe von AR2Go wurden bereits zwei Anwendungen exemplarisch umgesetzt. Bei der ersten Anwendung handelt es sich um eine Navigationsanwendung, die zur Navigation in Gebäuden verwendet wird. Anhand einer Erkennung der Namensschilder an den Türen werden die Gesichter der Personen angezeigt, die in den jeweiligen Räumlichkeiten ihr Büro haben.

Eine weitere Anwendung von AR2Go wird in einem öffentlich geförderten Forschungsprojekt der "*Plastischen Simulation von Geschäftsprozessen*" verwendet (siehe Abbildung 9). In diesem Einsatzszenario werden vor allem die Erkennung der räumlichen Lage realer Objekte sowie die Server-Komponente genutzt. Geschäftsprozesse werden anhand von kleinen realen Modellen visualisiert. Um dem Anwender das zum realen Modell gehörige digitale Modell zu zeigen, werden Bauteile des realen Modells durch die Anwendung erkannt. Die räumliche Lage wird analysiert und auf deren Basis wird das digitale Prozessmodell ausgerichtet und auf das Kamerabild des mobilen Endgeräts projiziert. Durch die Anknüpfung an die Server-Komponente soll in Zukunft eine e-Learning-Plattform aufgebaut werden, die sich mit der Vermittlung von Inhalten des Geschäftsprozessmanagements beschäftigt.

Abbildung 9: Einsatz im Forschungsprojekt "Plastische Simulation von Geschäftsprozessen"

Diese beiden ersten Anwendungen des Rahmenwerkes zeigen seine Vorteile. Im Gegensatz zur einzelnen Erstellung der Anwendungen waren keine Programmierkenntnisse notwendig. Im Gegensatz zu existierenden anderen Rahmenwerken war keine Installation von künstlichen Markern an den einzelnen Objekten notwendig. Dadurch wurde der Aufwand erheblich reduziert und die Einsatzbarriere gesenkt.

6 Fazit und Ausblick

AR2Go ermöglicht die schnelle Erstellung von Augmented Reality Anwendungen, die weitreichend erweitert und jedes reale Objekt als Marker verwenden können. Durch den Ansatz der Server-Komponente erweitert AR2Go das Prinzip bisheriger Augmented Reality Anwendungen. Anwender erhalten so die Möglichkeit, nicht nur (aktuelle) Zusatzinformationen über reale Objekte von der Anwendung zu erhalten, sondern können in spezifischen Fällen zusätzlich "externe" Experten um Hilfe bitten. AR2Go liefert mit diesem Ansatz eine neue Form der Augmented Reality, die bspw. einen Mitarbeiter im Unternehmen in dessen Aufgabenerfüllung erheblich unterstützen kann.

AR2Go wird ständig weiterentwickelt. Entwicklungsarbeiten, die zum Zeitpunkt der Entstehung dieses Beitrags durchgeführt werden, beschäftigen sich mit der Darstellung von CAD-Zeichnungen[16] sowie der Extraktion von Merkmalsdeskriptoren aus bereits existierenden CAD-Daten. D.h. die CAD-Zeichnungen werden in AR2Go eingefärbt und anschließend werden die Merkmalsdeskriptoren aus den Zeichnungen extrahiert. Dieses Verfahren ist, um das Objekt in allen Perspektiven erkennen zu können, für verschiedene Blickwinkel (bspw. Seiten des Objektes) zu wiederholen. Eine weitere Fragestellung

[16] CAD (Computer-Aided Design) bezeichnet ursprünglich die Verwendung eines Computers als Hilfsmittel beim technischen Zeichnen. Da inzwischen nicht mehr nur zweidimensional gezeichnet wird, bezeichnet CAD auch die Bildung eines virtuellen Modells dreidimensionaler Objekte mit Hilfe eines Computers.

wäre, ob die Einbeziehung der Lagesensoren mobiler Endgeräte zur Bestimmung des Blickwinkels (von oben, seitlich, unten) genutzt werden können und die Performanz damit noch weiter gesteigert werden kann. Auch wird die Netzwerk-Anbindung weiter ausgebaut. So soll im Rahmen der bereits erwähnten Türschilder-Erkennung die Verknüpfung mit Datenverzeichnissen wie bspw. einem Ressourcenkalender realisiert werden. So ist eine Anzeige, ob sich die gesuchte Person überhaupt im Raum befindet, möglich. Darüber hinaus wird eine e-Learning-Plattform aufgebaut, die AR2Go zur Erstellung von e-Learning-Anwendungen nutzt. Ein großer Vorteil im Vergleich zu existierenden e-Learning Anwendungen ist die Anbindung der Server-Komponente, die die Schnittstelle zum Lehrkörper realisiert, sowie die zusätzliche Interaktivität, die durch Verwendung von Augmented Reality gegeben ist. Eine weitere Herausforderung ist die Verknüpfung mit Prozessgestaltungs- und automatisierungssystemen. Durch diese können einerseits aktuellere Informationen bereitgestellt und andererseits Auswirkungen von Prozessveränderungen in die Realität projiziert werden.

Literaturverzeichnis

[Az01] R.T. Azuma, Y. Baillot, R. Behringer, S. Feiner, S. Julier, B. MacIntyre, Recent advances in augmented reality, Computer Graphics and Applications, IEEE, 21 (2001) 34-47.

[Az97] R.T. Azuma, A Survey of Augmented Reality, Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6 (1997) 355-385.

[Ba08] N. Bartneck, Prozesse optimieren mit RFID und Auto-ID: Grundlagen, Problemlösung und Anwendungsbeispiele, VCH, 2008.

[Be90] K-d trees for semidynamic point sets, in: SCG '90 Proceedings of the sixth annual symposium on Computational geometry, ACM, NewYork, 1990, pp. 187-197

[BR06] O. Bimber, R. Raskar, Modern approaches to augmented reality, in: ACM SIGGRAPH 2006 Courses, ACM, Boston, Massachusetts, 2006, pp. 1-86

[BTG08] H. Bay, T. Tuytelaars, L. Van Gool, SURF: speeded-up robust features, in, 2008, pp. 346-359.

[Do03] F. Doil, W. Schreiber, T. Alt, C. Patron, Augmented reality for manufacturing planning, in: Proceedings of the workshop on Virtual environments 2003, ACM, Zurich, Switzerland, 2003, pp. 71-76.

[FB81] M.A. Fischler, R.C. Bolles, Random sample consensus: a paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography, Commun. ACM, 24 (1981) 381-395.

[Fr03] M. Friebel, J. Loenhoff, H.W. Schmitz, O.A. Schulte, „Siehst Du mich?“–„Hörst Du mich?“Videokonferenzen als Gegenstand kommunikationswissenschaftlicher Forschung, (2003).

[Gr10] L. Gruber, S. Zollmann, D. Wagner, D. Schmalstieg, T. Höllerer, Optimization of target objects for natural feature tracking, in, IEEE, 2010, pp. 3607-3610.

[HB11] J. Herling, W. Broll, Markerless Tracking for Augmented Reality, Handbook of Augmented Reality, (2011) 255-272.

[HSS06] A. Howard, S. Siddiqi, a. Sukhatme, An experimental study of localization using wireless ethernet, in, Springer, 2006, pp. 145-153.

[HV02] H. van der Heijden, P. Valiente, On the value of mobile business processes: evidence from Sweden and the Netherlands, Working Paper Series in Business Administration, Stockholm School of Economics (2002)

[JG10] L. Juan, O. Gwun, A comparison of sift, pca-sift and surf, International Journal of Image Processing (IJIP), 3 (2010).

[KP10] D.W.F.v. Krevelen, R. Poelman, A Survey of Augmented Reality - Technologies, Applications and Limitations, The International Journal of Virtual Reality, 9 (2010) 1-20.

[KPW03] D. Khodawandi, K. Pousttchi, C. Winnewisser, Mobile Technologie braucht neue Geschäftsprozesse, URL: http://wi2.wiwi.uni-augsburg.de/downloads/mbp-01-10.pdf [Stand: 25.03. 04], (2003).

[Lo04] D.G. Lowe, Distinctive image features from scale-invariant keypoints, International journal of computer vision, 60 (2004) 91-110.

[Ma08] P. Márquez-Neila, J. García Miró, J.M. Buenaposada, L. Baumela, Improving RANSAC for fast landmark recognition, in, IEEE, 2008, pp. 1-8.

[Me06] A. Melski, Grundlagen und betriebswirtschaftliche Anwendung von RFID, in: https://epic.hpi.uni-potsdam.de/pub/Home/SensorNetworksAndIntelligentObjects2008/Mel06_Grundlagen_und_betriebsw_Anwendungen_von_RFID.pdf, 2006.

[MYC06] E. Maler, I.F. Yergeau, J. Cowan, Extensible Markup Language (XML) 1.1, (2006).

[Na04] N. Navab, Developing killer apps for industrial augmented reality, Computer Graphics and Applications, IEEE, 24 (2004) 16-20.

[Ro00] L. Rosenblum, Virtual and augmented reality 2020, Computer Graphics and Applications, IEEE, 20 (2000) 38-39.

[Sc05] L. Schmidt, S. Wiedenmaier, O. Oehme, H. Luczak., Benutzerzentrierte Gestaltung von Augmented Reality in der Produktion, in: C. Stary (Ed.) Mensch & Computer 2005: Kund und Wissenschaft - Grenzüberschreitungen der interaktiven ART, Oldenbourg Verlag, München, 2005, pp. 51-60.

[Sc06] N. Schmidt, ILTIS–Indoor Location Tracking and Information System: Ein System zur Lokalisierung und Kommunikation mittels Ultrabreitbandfunk, ITG-Fachbericht-Mobilfunk, (2006).

[Sc09] G. Schall, E. Mendez, E. Kruijff, E. Veas, S. Junghanns, B. Reitinger, D. Schmalstieg, Handheld augmented reality for underground infrastructure visualization, Personal and Ubiquitous Computing, 13 (2009) 281-291.

[SH08] C. Silpa-Anan, R. Hartley, Optimised KD-trees for fast image descriptor matching, (2008).

[SSH03] S. Siddiqi, G.S. Sukhatme, A. Howard, Experiments in monte-carlo localization using wifi signal strength, in Proc. Int. Conf. Adv. Robot., Combra, Portugal, 2003, pp. 210–223

[To10] T. Ruiz-López, J. Garrido, K. Benghazi, L. Chung, A Survey on Indoor Positioning Systems: Foreseeing a Quality Design, in: A. de Leon F. de Carvalho, S. Rodríguez-González, J. De Paz Santana, J. Rodríguez (Eds.) Distributed Computing and Artificial Intelligence, Springer Berlin / Heidelberg, 2010, pp. 373-380.

[TP91] K. Turowski, K. Pousttchi, Mobile Commerce: Grundlagen und Techniken, Springer, 1991.

[We07] J.-M. Weidenhausen, Mobile Mixed Reality Platform, http://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/774/, TU Darmstadt, 2007.

[Zo08] D. Zöbel, Echtzeitsysteme : Grundlagen der Planung, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2008.

Barrieren am Weg zum Mobile Contactless Payment: Eine Marktanalyse und Bestandsaufnahme der Situation in der Schweiz

Thomas Sammer, Christian Lazur*, Thomas Walter, Andrea Back

Institut für Wirtschaftsinformatik
Universität St. Gallen
Müller-Friedberg-Str. 8
9000 St. Gallen, Schweiz
thomas.sammer@unisg.ch
thomas.walter@unisg.ch
andrea.back@unisg.ch

St.Galler Kantonalbank AG*
St. Leonhardstrasse 25
9001 St. Gallen, Schweiz
christian.lazur@sgkb.ch

Abstract: Im Mobile Contactless Payment (MCP) wird seit Jahren die Zukunft des Bezahlprozesses gesehen. Die Diffusion dieser neuen Technologie geht jedoch langsamer voran als prognostiziert und verschiedene Länder weisen unterschiedliche Entwicklungsstufen auf. In diesem Beitrag wird eine Fallstudie der Schweiz aufgenommen, um aktuell bestehende Barrieren für die Diffusion von NFC-basierten MCP aufzuzeigen. Dabei werden die relevanten Akteure identifiziert und Tiefeninterviews durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Akteure eine Wait-and-See-Strategie eingenommen haben und keine aktiven Kooperationsbemühungen bestehen.

1 Mobile Contactless Payment

Bargeldloses Bezahlen von Waren oder Dienstleistungen stellt heute grundsätzlich keine Besonderheit mehr dar. Die Funktionsweise von Debit- (Maestro) oder Kreditkarten muss ebenfalls nicht weiter erläutert werden, diese sind weit verbreitet, einsatzfähig und werden seit Jahren von Konsumenten verwendet. Die derzeit etablierten Systeme werden dennoch nicht als optimal angesehen. Bereits seit Jahren existierende Technologien ermöglichen Systeme, die nicht nur effizienter bzw. zeitsparender im Bezahlprozess sind (bottom-line growth), sondern auch Potential für einen höheren Wertbeitrag der Dienstleistung besitzen (top-line growth). Die Weiterentwicklung des bargeldlosen Bezahlens wird daher von Wissenschaft und Praxis gleichermaßen seit über einem Jahrzehnt in diversen Varianten des Mobile Contactless Payment (im Weiteren MCP) gesehen [NG07, Da08b, Sh10]. Allgemein sind unter MCP-Verfahren jegliche Zahlungsmethoden zusammengefasst, bei denen der Zahlvorgang über ein mobiles Endgerät (z.B. ein Smartphone oder Mobiltelefon) stattfindet bzw. die Zahlung durch die von mobilen Endgeräten verwendeten drahtlosen Kommunikationsstandards (z.B. wifi, UMTS oder NFC) übermittelt wird [Da08b, OP06].

Trotz der konsequenten Einschätzung des Themas als technisch umsetzbar [Go11, Ko11], zukunftsträchtig [On09, Ta10, Hu08] und gewinnbringend [Fr11, Ar09, Hu08], hat sich MCP im deutschsprachigen Raum (im Weiteren auch DACH-Gebiet) bis dato nicht als Zahlungsstandard etablieren können [On09]. Pressewirksame Beispiele für MCP stammen derzeit ebenfalls nicht aus Europa, sondern aus den USA, vor allem im Zusammenhang mit der „Google Wallet" Initiative [Go11], aus Japan, Südkorea, Singapur, wo NFC-Technologie seit Jahren erfolgreich eingesetzt wird [Da08b, AZ08], oder gar Afrika, wo MCP in Form von SMS-Payment ein nicht vorhandenes Bankensystem ersetzt [MR10, Po06b]. Eine genauere Betrachtung der Innovationsdiffusion von MCP zeigt sogar, dass innerhalb der DACH-Region die Märkte verschiedene Entwicklungsstufen aufweisen. So wurde MCP, vor allem auf SMS basierend, in Österreich bereits für verschiedene Nischenmärkte bzw. Nischenprodukte wie Parkuhren, Tickets für den öffentlichen Verkehr oder Snack-Automaten umgesetzt [AZ08]. Am Point-of-Sale bzw. am Kassenarbeitsplatz, wo eine große Effizienzsteigerung im Bezahlprozess erwartet wird, konnte sich MCP bis jetzt jedoch nicht durchsetzen und gestartete Pilot-Projekte sind meist gescheitert [vgl. On09]. Gerade in der Schweiz, dem Land mit der weltweit höchsten iPhone-Marktdurchdringung – bereits 2010 wurde zudem ein Smartphone Marktanteil von über 40% erreicht [We11] – ist diese Tatsache erstaunlich und erfordert eine kontinuierliche Analyse. Die resultierende, diesem Beitrag zu Grunde liegende, Forschungsfrage ist demnach:

Welche Barrieren verhindern die Einführung von MCP in der Schweiz?

Die Beantwortung dieser Frage ist insofern interessant, als dass die ausführliche und kontinuierliche Analyse dieses Diffusionsprozesses wertvolle Erkenntnisse und damit Optimierungspotentiale für zukünftige und gegenwärtige, ähnliche Diffusionsprozesse erbringen kann. Die laufenden Erkenntnisse dieser Fragestellung sind somit gleichermaßen für die Praxis, den Gesetzgeber und die Wissenschaft von Interesse.

Untersuchungen und Modelle, die Barrieren in der Diffusion von MCP betrachten, wurden von [Po08a, Po08b] auf Use-Case-, von [Ch08, DÖ06, Da03, CA05, Kl04, Po03, He02, Zm04, DC05, PZ03, Le04, Ma07, Ma09] auf Technologieakzeptanz- bzw. Konsumentenakzeptanz-, von [Da08a] auf Ressourcen- und Business-Driver-, von [Da08b] auf strategischer und von [AK08, CT10, AZ08] auf ökonomischer Ebene durchgeführt.

Auf Grundlage der Modelle von [Da08b, Da08a, AK08] hat [On09] drei gescheiterte Pilotprojekte in der Schweiz analysiert und ein alle drei Modelle umfassendes, dynamisches, in Phasen aufgeteiltes Modell erstellt. Die von [On09] untersuchten Fallbeispiele scheiterten entweder an der Konsensfindung der nötigen Akteure („m-Maestro" und „Secure Mobile Commerce – Visa") oder an der Technologie, die keinen zusätzlichen Kundennutzen brachte (der PostFinance Pilot 2005 in Bern basierte auf einem Matrix-Code-Scanverfahren, welches im Vergleich zu herkömmlichen Zahlungsmethoden den Bezahlprozess nicht effizienter gestaltete [Po06a]).

2011 zeichnet sich gerade, was die zur Verfügung stehenden Technologien betrifft, eine neue Situation ab. Seit 2010 werden auch für den europäischen und amerikanischen Markt vermehrt Smartphones mit Near Field Communication (NFC)-Modulen ausgelie-

fert und diese Technologie somit dem Konsumenten zugänglich gemacht [vgl. NF11, Ju11]. Ebenfalls ist eine Nachrüstung von NFC-Modulen über neue Subscriber-Identity-Module (SIM bzw. die SIM-Karte) oder Memory Cards möglich. Die Rahmenbedingungen für eine schnelle Verbreitung von NFC sind somit gegeben und die Technologie theoretisch bereits verfügbar.

Der Beitrag folgt damit der These anderer Untersuchungen [On09, OP08, Öz10], dass ein auf NFC-Technologie basierender Bezahlprozess den herkömmlichen Bezahlprozessen überlegen ist und die Technologie somit als Faktor bzw. potentielle Barriere ausscheidet. Die technische Umsetzbarkeit des NFC-basierten Bezahlprozesses wird ebenfalls als gegeben angesehen [Da08b, On09], insbesondere da auf Kreditkarten basierende NFC-Lösungen in der Schweiz bereits verfügbar sind [vgl. Ko11]. Demzufolge liegt der Fokus des Beitrags auf den potentiell beteiligten Akteuren und deren strategischer Ausrichtung hinsichtlich MCP. Hierzu werden die potentiell involvierten Akteure auf Grundlage des klassischen Vier-Parteien-Systems der Kreditkartenzahlung, bestehend aus Merchant, Issuer, Acquirer und dem Konsumenten [Ch03, GK03], identifiziert. Um ein auf NFC-basierendes System implementieren zu können, ist jedoch aus technischen Gründen unweigerlich der Mobilfunkanbieter als weitere Partei nötig, da für einen NFC-basierten Bezahlprozess der Zugriff auf das SIM möglich sein muss, dieses aber im Besitz des Mobilfunkanbieters ist. Daraus resultiert eine zwingende Neugestaltung des Parteiensystems für den NFC-Bezahlprozess. Somit ergibt sich eine potentielle Barriere für die Etablierung des NFC-Bezahlprozesses, die wir in folgender Hypothese (H1) festhalten und testen:

Die Umsetzung von NFC-basierten MCP wird durch die Akteure des klassischen Vier-Parteien-Modells der Kreditkartenzahlung verzögert, da diese keine Neugestaltung des bestehenden Systems unterstützen.

Für die Prüfung der postulierten Hypothese wird eine explanatorische Fallstudie durchgeführt, welche auf Tiefeninterviews mit den identifizierten Akteuren basiert. Der weitere Artikel gliedert sich wie folgt: Im nachfolgenden Kapitel werden die technischen Grundlagen für NFC-basierte MCP, die identifizierten Akteure, theoretische Grundlagen und die angewandte Forschungsmethodik der explanatorischen Fallstudienforschung nach Yin beschrieben. Kapitel drei beschreibt den Untersuchungsaufbau bzw. den Datenerhebungs- und Analyseprozess. Die erhobene Fallstudie beinhaltet die Akteure Merchant (1), Issuer (2), Acquirer (3), Netzwerkadministrator (4), Mobilfunkanbieter (5) und Trusted Service (6). Die aktuellen Positionen aller beteiligten Parteien werden hierbei mittels Tiefeninterviews erhoben und in Kapitel vier die inhaltsverdichteten Aussagen je Akteur und Erfolgsfaktor als Ergebnisse dieser Untersuchung dargelegt. Abschließend werden in Kapitel fünf die Ergebnisse interpretiert und H1 gegen die Ergebnisse getestet sowie die Einschränkungen und Limitierungen der Untersuchung diskutiert.

2 Theoretische Grundlagen und bestehende Literatur

2.1 Umsetzung von MCP per NFC

Für den Bezahlprozess per NFC ist in jedem Fall das so genannte Secure Element (SE) zwingend notwendig. Das SE beinhaltet ein digitales Zertifikat und signalisiert dem Empfangsgerät, dass die Transaktion autorisiert ist. Die Implementierung des SE kann theoretisch auf vier Arten erfolgen [Ma08, RP09]: (1) SIM-Karte / UICC: NFC-Technologie auf der SIM-Karte; (2) Memory Card: NFC-Technologie auf einer Memory Card; (3) Online Storage: Speicherung der Daten im Internet; (4) Embodied Chip: NFC-Technologie fest im Handy integriert. Die Punkte (1) und (2) repräsentieren ebenfalls die bereits angesprochenen Möglichkeiten zur Nachrüstung von bestehender Hardware mit NFC-Modulen. Gerade die Option (1), die Nachrüstung der SIM-Karte, wird von Experten als die kostengünstige, am schnellsten zu realisierende und für den Benutzer einfachste Option erachtet [Mu10, Mü09]. Die NFC-Technologie könnte somit in Zusammenarbeit mit Mobilfunkanbietern, den Besitzern der SIM-Karten, theoretisch schon heute umgesetzt werden. Auf dieser Feststellung aufbauend argumentieren wir, dass eine Kooperation bzw. Einbindung der Mobilfunkanbieter als (neuen) Akteur unumgänglich ist. Diese Feststellung machen ebenfalls [On09] und gehen in ihrem vorgeschlagenen Modell sogar soweit, den Aufbau einer Allianz zwischen Mobilfunkanbietern und Finanzinstituten als erfolgskritischen Faktor in Phase eins zur Etablierung von MCP-Lösungen generell zu definieren.

2.2 Beschreibung der relevanten Akteure

Vom 4-Parteiensystem ausgehend können als Akteure der (1) Merchant (Point-of-Sale bspw. eine Einkaufskette), (2) Issuer (in der Regel die Geschäftsbank des Kunden), (3) Acquirer (stellt die Transaktionslösung und -Dienstleistung auf Seiten des Merchant) und (4) Netzwerkadministrator (bspw. Visa oder Mastercard) übernommen werden. Auf Grundlage der Annahme, dass der NFC-Bezahlprozess dem herkömmlichen Bezahlprozess überlegen ist (Argumentation siehe Einleitung), sehen wir die Kundenakzeptanz als gegeben und lassen diesen Teilnehmer damit in der Fallstudie unberücksichtigt. Neu hinzu kommt der (5) Mobilfunkanbieter als notwendiger Akteur. Zusätzlich zu diesen fünf Akteuren ziehen wir ebenfalls den (6) Trusted Service-Anbieter als eigenständigen Akteur in unsere Betrachtung ein. Der Trusted Service liefert bspw. die Hardware für den Zahlungsprozess am Point-of-Sale.

2.3 Identifizierung der relevanten Akteure

Bezugnehmend auf die von [CT10] beschriebenen vier grundlegenden Marktmodelle für MCP-Lösungen (siehe Abbildung 1), ist die hier diskutierte NFC-Lösung für die Schweiz im Quadranten zwei einzuordnen (im Gegensatz zu den bereits erwähnten MCP-Anwendungsfällen, bspw. Micro-Payment für Verkehrstickets oder Parkgebühren in Österreich). Der Aufbau des kollaborativen Modells weist Ähnlichkeiten zum bestehenden 4-Parteiensystem des Kreditkartensystems auf. Dabei sind drei Faktoren zu be-

achten: (1) Die Fachkompetenz der nötigen Akteure für ein funktionierendes auf NFC-basierenden Bezahlsystems sind sehr nahe an den Kompetenzen der Akteure im Kreditkartenbezahlsystem; (2) Die für ein NFC-Bezahlsystem notwendige Infrastruktur (Lesegeräte am Point-of-Sale mit Internet- und Kassensystemanbindung) ist sehr ähnlich zur Infrastruktur des Kreditkartensystems; (3) Das NFC-Bezahlsystem ist ein Konkurrenzsystem zum Kreditkartensystem und löst längerfristig eine Marktverdrängung als überlegenes Substitut-Produkt aus.

Auf Grund der Zusammenhänge des Kreditkartenbezahlsystems und einer NFC-basierten MCP-Lösung ist die Einführung eines solchen neuen Systems für alle am Kreditkartenbezahlsystem teilnehmenden Akteure und die Mobilfunkanbieter relevant bzw. müssen diese Akteure im Implementierungsprozess beachtet werden.

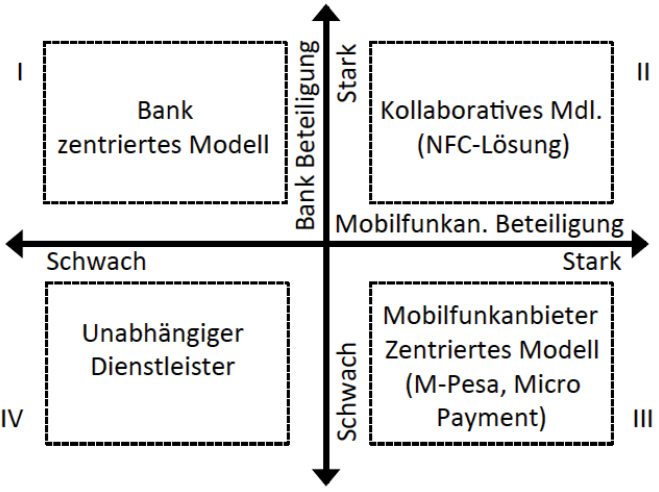


Abbildung 1: Vier grundlegende Ausprägungen von Marktmodellen für MCP [vgl. CT10].

2.4 Research-Framework

Wie in der Einleitung erwähnt, existieren bereits diverse Modelle, die einen Erklärungsbeitrag zum Verlauf des Diffusionsprozesses von MCP-Lösungen liefern. Das umfangreiche und für die Situation in der Schweiz gut geeignete Modell (es wurde bereits auf drei Schweizer Fallbeispiele angewandt) von [On09] stellt die Basis dieser Untersuchung. Das Modell integriert die Modelle von [AK08, Da08b, Da08a] und umfasst sie mit einem Vier-Phasen-Modell, um den dynamischen Charakter der Diffusion darzustellen und die genannten Faktoren in eine zeitliche Abfolge zu bringen. Phase eins betrifft den ersten Schritt, das Aufbauen einer Allianz zwischen Mobilfunkanbieter und Finanzdienstleister. Mit Phase zwei wird der Aufbau der nötigen Strukturen auf Kunden- und Merchant-Seite betrachtet. In Phase drei wird die Lösung so umgesetzt, dass ein höherer Wertbeitrag für den Kunden entsteht und ihm kommuniziert wird. Technologische Aspekte, wie bspw. einfache Bedienbarkeit der Lösung, Skaleneffekte und Kompatibilität

mit anderen Standards, werden in Phase vier behandelt. Alle vier Phasen werden dabei von einer fünften, zeitlich alle Phasen umfassende, umklammert, welche die übergeordneten rechtlichen bzw. regulierenden Aspekte beinhaltet. Da sowohl der Kunde wie auch die technologischen Aspekte aus unserer Betrachtung ausgenommen sind und auch die rechtlichen Rahmenbedingungen nicht weiter untersucht werden sollen, werden die Phasen eins und zwei für unsere Betrachtung übernommen. Somit ergeben sich acht Erfolgsfaktoren, welche die Grundlage der zu erhebenden Fallstudie darstellen. Tabelle enthält eine Zusammenfassung der relevanten Erfolgsfaktoren. Die Faktoren (1), (4), (5), (6), (7) und (8) leisten dabei einen direkten Beitrag zur Untersuchung von H1. Die Untersuchung aller Faktoren stellt letztlich die Grundlage zur Beantwortung der Forschungsfrage.

	Au und Kauffmann [AK08]	Dahlberg 1 [Da08b]	Dahlberg 2 [Da08a]
Phase 1, Allianz zwischen Mobilfunk- anbieter und Finanzdienstleister	(1) Stakeholder identifizieren	(4) Wettbewerb zwischen den Anbietern (5) Neues und konkurrierende Systeme	(7) Schlüsselakteure am Markt
Phase 2, Aufbau von Strukturen auf Kunden- und Merchant-Seite	(2) Netzwerkexternalitäten (3) Kosten-reduktion	(6) Einfluss des Merchant	(8) Ökonomische und betriebswirt. Faktoren (7) Schlüsselakteure

Tabelle 1: Erfolgsfaktoren zur Etablierung einer MCP-Lösung [vgl. On09].

Da bis auf Faktor (2) die anderen Faktoren selbsterklärend sind, soll Faktor (2) noch kurz beschrieben werden. Der Erfolgsfaktor „Netzwerkexternalitäten" bezieht sich auf die Theorie der zweiseitigen Märkte. Die Dienstleistung des Bezahlprozesses wird dabei an zwei Kundengruppen (Märkten) angeboten, dem Merchant und dem Konsumenten. Das Verhalten auf dem einen Markt hat dabei indirekt Einfluss auf den anderen Markt. Bieten bspw. wenige Merchants eine Bezahlmöglichkeit per NFC an, wird die Nachfrage nach NFC-Bezahlung auch auf der Konsumentenseite gering sein.

2.5 Forschungsmethode Fallstudienforschung

Fallstudienforschung kann helfen, komplexe Phänomene zu verstehen, wenn es für das Verständnis keine isolierte, sondern eine ganzheitliche und in den Kontext eingebettete Betrachtung bedarf [Be87, Bo85, Yi03]. Wie aufgezeigt, kann das Phänomen „Fehlendes MCP in der Schweiz" nicht bezüglich eines Marktteilnehmers, sondern nur im Kontext des gesamten Marktes untersucht werden. Wie in der Fallstudienforschung üblich, sind Grenzen zwischen Phänomen und Kontext nicht stringent scharf abgrenzbar. [Ko06] verweist darauf, dass es sich bei einer Fallstudie eigentlich nicht um eine Methode handelt, sondern mehr um eine Forschungsstrategie, die auf quantitativen und qualitativen Methoden-Elementen aufbaut. Die hier beschriebene Fallstudie ist von explanatorischem Typ, denn sie versucht, die in den Kapiteln 2.2 bis 2.4 beschriebene, bestehende Theorie zu prüfen [vgl. Yi03]. Die nach [Yi03] empfohlene Methode, bestehende Theorie zu falsifizieren oder zu verifizieren, ist der Muster-Abgleich. Diesem liegt die Idee zu Grunde, dass falls in der Definition der Forschungsfrage bzw. des Untersuchungsobjekts Gebrauch von bestehender Theorie gemacht wurde, diese theoretischen Aussagen eben-

falls die Struktur der Untersuchung definieren [Sa09]. Das wurde wie in Kapitel 2.4 umgesetzt. Bei der Erhebung der Fallstudien stützen wir uns daher auf das in Kapitel zwei aufgezeigte, erweiterte Parteien-Modell des MCP und führen, wie in [Yi03, Sa09] empfohlen, Tiefeninterviews mit jeder einzelnen Partei durch. Kapitel 3 verdeutlicht diesen Untersuchungsaufbau.

3 Untersuchungsaufbau

3.1 Datenerhebung

Zur Datenerhebung wurde je identifizierten Akteur mindestens ein repräsentatives Unternehmen ausgewählt und mit den Entscheidungsträgern ein Tiefeninterview geführt.

(1) Merchant: Der Detailhandel in der Schweiz ist durch ein Duopol geprägt [We08]. Wir gehen davon aus, dass bereits eines der marktbeherrschenden Unternehmen repräsentativ für den Detailhandel ist.

(2) Issuer: Der Marktanteil von Swisscard, UBS, Corner Banca SA und Viseca beträgt über 80% und teilt sich in etwa gleichmäßig auf [Wi10]. Der befragte Marktteilnehmer besitzt einen Marktanteil von rund 23% am Gesamtmarkt und wird daher als repräsentativ erachtet.

(3) Acquirer: Die führenden Anbieter SIX-Multipay und ADUNO besitzen zusammen einen Marktanteil von 92%, daher wurde ein Interview mit einem dieser Unternehmen durchgeführt.

(4) Mobilfunkanbieter: Der Markt ist unter den Anbietern Swisscom, Orange und Sunrise dreigeteilt. Das befragte Unternehmen weist einen Marktanteil von etwa 60% am Mobilfunkmarkt auf [NZZ09] und wird daher als repräsentativ erachtet.

(5) Netzwerkadministratoren: Auch in diesem Markt herrscht ein Duopol zwischen MasterCard und Visa [NZZ06]. Beide Unternehmen wurden befragt.

(6) Trusted Service Manager: Für den Trusted Service Manager gibt es für die Schweiz zwei potentiell in Frage kommende Unternehmen, die über die nötige Kompetenz verfügen [Mu10]. Eines der Unternehmen wurde in die Befragung aufgenommen.

Insgesamt wurden mit Entscheidungsträgern (Geschäftsführung oder, falls vorhanden, Leiter der entsprechenden Abteilung für Payment-Solutions) aus sieben Unternehmen Tiefeninterviews durchgeführt. Die Stichprobe wird auf Grund der teilweise marktbeherrschenden Stellung der befragten Unternehmen als repräsentativ für den Schweizer Markt erachtet. Für die Interviews wurde ein semistrukturierter Interviewleitfaden nach den Grundsätzen von [MN05] konzipiert. Er gliedert sich in die drei Abschnitte: Einstieg (Status Quo), Hauptteil (Barrieren, Vorteile, Hindernisse) und Abschluss (Ausblick). Die Leitfragen wurden auf die in Tabelle beschriebenen Erfolgsfaktoren angepasst. Die

Interviews wurden 2011 persönlich bei den Unternehmen durchgeführt und als Audioaufnahmen aufgezeichnet. Die durchschnittliche Interviewdauer betrug ca. 75 Minuten. Als Grundlage für die Analyse wurden die Audioaufnahmen transkribiert.

3.2 Analyse

Die Auswertung der qualitativen Inhaltsanalyse kann anhand einer Zusammenfassung, einer Explikation oder einer Strukturierung erfolgen [Ma10]. Um einen Überblick zu Barrieren für MCP zu erhalten, ist eine Gesamtsicht über alle Interviews erforderlich. Die Zusammenfassung wurde daher als passende Analysemethode gewählt. Die Interviewanalyse erfolgte nach dem Ablaufmodell von [Ma10] in folgenden Schritten: (1) Paraphrasierung, (2) Generalisierung, (3) erste Reduktion, (4) zweite Reduktion. Über das Reduktionsverfahren wurde auf Grundlage der acht Faktoren von [On09] ein Kodierungsschema abgeleitet und die Aussage zu den einzelnen Faktoren extrahiert. Die Ergebnisse des Reduktionsverfahrens und der Kodierung wurden von einem zweiten Kodierer überprüft und einer Plausibilitätskontrolle unterzogen, um die Interrater-Reliabilität sicher zu stellen.

Faktoren	Positiv	Negativ
(1) Stakeholder identifiziert	Ja	Nein (Rolleneinteilung fehlt; Business Case fehlt)
(2) Netzwerkexternalitäten	Interesse von Merchant / Konsument / beiden	Kein Interesse von Merchant / Konsument / beiden; Interesse unklar
(3) Kostenreduktion	Ja	Nein
(4) Wettbewerb zwischen den Anbietern		Kommunikation fehlt (Misstrauen der Marktteilnehmer; Univerständnis zwischen den Akteuren; "Lack of Cooperation"); Protektionismus (Ertragsströme sichern; eigene Interessen zentral)
(5) Vergleich neues und konkurrierende Systeme	Vorteil (Zusatzdienstleistungen; schnellere Bezahlung)	Vorteil unklar
(6) Einfluss des Merchant	Hoch; Passive Haltung (Abwarten der Akteure; 4-P-System erhalten)	
(7) Schlüsselakteure	Merchant (Investitionszyklus des Merchant maßgeblich); Konsument; Politik (Förderprogramme)	
(8) Ökonomische und betriebswirt. Faktoren	Ja (Added Value; Zusatzservices möglich; neue Einnahmen; günstigere Terminals)	Nein (Keine neuen Verdienstmöglichkeiten gegeben)

Tabelle 2: Kodierungsschema auf Grundlage der acht Faktoren nach [On09] und Aussagen der Interviews.

Tabelle 2 enthält das Kodierungsschema. Die Klammern enthalten Aussagen, die zu einer Ausprägung zusammengefasst wurden. Die Faktoren (1) bis (5) und (8) wurden jeweils

in positive bzw. negative Ausprägungen unterteilt, die Faktoren (6) und (7) sind als neutral zu betrachten.

4 Resultate

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Fallstudie bzw. der einzelnen Tiefeninterviews dargestellt. Wie in Kapitel 0 beschrieben, wurde eine qualitative Inhaltsanalyse bzw. Inhaltsverdichtung nach [Ma10] durchgeführt. Die nach Tabelle entsprechend kodierten Ergebnisse je Erfolgsfaktor und Akteur (siehe Kapitel 0) sind in der folgenden Tabelle 3 dargestellt. Positive Aussagen der Befragten bezüglich der Erfolgsfaktoren sind mit (+) gekennzeichnet, negative mit (-).

Faktor	(1) Merchant	(2) Issuer	(3) Acquirer
(1) Stakeholder ident.	(-) Nein	(-) Nein	(-) Nein
(2) Netzwerk-externalitäten	(+) Interesse Merch.	(-) Kein Interesse Konsument	
(3) Kostenreduktion	(+) Ja	(-) Nein	(-) Nein
(4) Wettbewerb zwischen den Anbietern	(-) Kommunikation fehlt	(-) Protektionismus	(-) Protektionismus
(5) Vergleich neues und konkurrierende Systeme	(+) Vorteil	(-) Vorteil unklar	(-) Vorteil unklar
(6) Einfluss des Merch.			
(7) Schlüsselakteure	Konsument	Passive Haltung	Passive Haltung
(8) Ökonomische und betriebswirt. Faktoren	(+) Ja	(-) Nein	(-) Nein
Faktor	(4) Netzwerkadmin	(5) Mobilfunkanb.	(6) Trusted Service
(1) Stakeholder ident.	(-) Nein	(-) Nein	(-) Nein
(2) Netzwerk-externalitäten	(-) Unklar	(-) Unklar	(-) Unklar
(3) Kostenreduktion	(+) Ja		(+) Ja
(4) Wettbewerb zw. A.	(-) Protektionismus		(-) Protektionismus
(5) Vergleich neues und konkurrierende Systeme	(+) Vorteil	(-) Vorteil unklar	(+) Vorteil
(6) Einfluss des Merch.	Hoch	Hoch	Hoch
(7) Schlüsselakteure	Merch.; Politik	Merch.; Konsument	Merch.; Konsument
(8) Ökonomische und betriebswirt. Faktoren	(+) Ja	(+) Ja	(+) Ja

Tabelle 3: Inhaltsverdichtete, kodierte Ergebnisse pro Erfolgsfaktor je Akteur.

5 Interpretation und Diskussion

Die ersten Initiativen für MCP-Lösungen gingen in der Schweiz von der PostFinance aus, welche generell eine First-Mover-, bzw. Technologieführerschafts-Rolle in der Schweiz einnimmt [On09]. Das PostFinance Pilotprojekt in Bern 2005 hat besonders im Vergleich zu den anderen zwei MCP-Initiativen (siehe Einleitung) klargestellt, dass ein Akteur mit entsprechender Positionierung den Innovationstreiber stellen muss, um die nötigen Strukturen und Rahmenbedingungen zu schaffen. Der Pilot der PostFinance ist primär an der Technologie gescheitert. 2011, wo eine entsprechende Technologie mittels NFC erweiterter SIM-Karten existiert, bestehen die primären Barrieren zum einen im fehlenden Innovationstreiber und dem Missverständnis unter den relevanten Akteuren. So konnte die Identifizierung der relevanten Akteure bzw. Stakeholder als Barriere erkannt werden (vgl. Tabelle 3). Die Zusammenstellung bzw. die Rollenverteilung in einem neuen System ist für keinen der Akteure klar. Das so argumentierbare Kommunikationsproblem zwischen den Akteuren zeigt sich ebenfalls im Missverständnis die Nachfrage betreffend (Faktor 2). Zeigt der Merchant Interesse an MCP bzw. besonders an den damit verbundenen Zusatzleistungen, die dem Konsumenten geboten werden können, und erwartet zudem eine Kostenreduktion durch die Prozessoptimierung im Bezahlvorgang, so gehen die anderen Akteure davon aus, dass keine Nachfrage für MCP seitens des Merchant und des Konsumenten besteht. Dieses Missverständnis ist ebenfalls im Bereich der Technologieeinschätzung zu erkennen. Wird vom Merchant die neue Technologie durchwegs als positiv und vorteilhaft bewertet, ergibt sich bei den anderen Akteuren ein widersprüchliches Bild. Diesen Barrieren, die fehlende Rollenverteilung und das Missverständnis zwischen den Akteuren, kann ein Zusammenhang zu den Ergebnissen bezüglich Faktor 4 unterstellt werden. Der Wettbewerb zwischen den Anbietern (4) wird von allen Akteuren als durchwegs negativ beschrieben. Die Interviewteilnehmer sprechen von fehlenden Kooperationen, Misstrauen zwischen den Akteuren und protektionistischen Haltungen der Teilnehmer (unsere Ertragsströme müssen erhalten bleiben; es dürfen keine neuen Akteure zum Vier-Parteien-System hinzukommen). Wie im Zusammenhang mit H1 argumentiert, ist eine Neugestaltung des Marktes bzw. des Systems ein notwendiger Schritt für die Einführung von NFC-basiertem MCP. Generell konnte in den Interviews festgestellt werden, dass die Akteure auf mittlere Frist alle davon ausgehen, dass das bestehende Kreditkartenbezahlsystem durch eine kommende technologische Neuerung verändert bzw. abgelöst wird. Somit erklärt sich das Anliegen der Akteure (2), (3), (4) und (6), ihre Ertragsströme zu schützen bzw. nicht ihre Geschäftsgrundlage zu verlieren. Die aus dieser Einschätzung resultierende generell defensive Haltung der Akteure ist eine Erklärung für die erkennbare, und in den Interviews beschriebene, eingenommene Wait-and-See-Strategie der Akteure.

Somit kann H1 teilweise bestätigt werden. Die Barriere in Form der Gestaltung des neuen Akteur-Systems konnte in der Fallstudie gezeigt werden. Das Misstrauen bzw. die Barriere konzentriert sich jedoch nicht wie angenommen auf den neuen notwendigen Akteur, sondern generell gegen die Neugestaltung des Systems.

Aus anderen Fallbeispielen ist bekannt [AK08], dass erfolgreiche Einführung von MCP meist über Allianzen zwischen Mobilfunkanbietern und Finanzdienstleister initiiert werden. Auch [On09] sehen diesen Schritt als essentiell und definieren ihn als Phase 1 in

ihrem Modell. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass weder der Mobilfunkanbieter noch Issuer oder Acquirer die Technologie und die Nachfrage als positiv einschätzen. Im Gegensatz dazu wird die Technologie vom Merchant als durchwegs positiv und interessant eingeschätzt, eine Umsetzung im nächsten Investitionszyklus der Bezahlterminals ist damit als wahrscheinlich zu erachten. Im internationalen Vergleich konnten [AK08] ebenfalls feststellen, dass die Etablierung von technisch ähnlichen Lösungen, wie mobile Ticketing, die Nachfrage und Akzeptanz auf Konsumentenseite generell für MCP erhöht. Durch die vermehrte Verbreitung von mobile Ticketing in der Schweiz (sowohl der führende Personentransportanbieter SBB als auch die führenden Fluglinien wie SWISS und Lufthansa bieten bereits mobile Ticketing über mobile Apps an) ist eine positive Entwicklung für MCP auf Konsumentenseite wahrscheinlich. Sollte sich somit die Einschätzung des Mobilfunkanbieters gegenüber NFC-basiertem MCP ändern, kann von einer raschen Implementierung ausgegangen werden.

Für die Akteure (2) bis (6) ergeben sich potentiell interessante Verdienstmöglichkeiten in einem neuen auf MCP ausgelegten Bezahlsystem. Da kein generelles Verständnis über die Rollenverteilung in einem solchen System besteht, existieren im Moment Gestaltungsmöglichkeiten für alle Akteure. Diese noch offenen Gestaltungsmöglichkeiten können vorteilhaft genutzt werden. Dazu muss jedoch die eingenommene Wait-and-See-Strategie beendet werden. Als Handlungsempfehlung für die Akteure (2) bis (6) kann abgeleitet werden, eine aktivere bzw. gestaltende Strategie zu forcieren. Dies kann bspw. über die Etablierung eines Round-Table für MCP geschehen. Der koordinierende Akteur kann damit seine Verhandlungsposition verbessern und sich eine maßgebende Rolle in einem zukünftigen Gestaltungsprozess erarbeiten. Das Risiko, an einem zukünftigen System nicht teilzunehmen bzw. Ertragsströme zu verlieren, kann ebenfalls verringert werden.

Im Gegensatz zu den von [On09] beschriebenen Fällen, die frühe Initiativen beschreiben, welche an der Konsensfindung der Akteure bzw. der Technologie gescheitert sind, kann zum aktuellen Zeitpunkt keine Initiative zur Einführung von MCP in der Schweiz erkannt werden. Sind die beschriebenen technologischen Schwierigkeiten durch die Entwicklung seit 2005 weitgehend überwunden, bestehen noch immer Probleme in der Bildung von Kooperationen zwischen den notwendigen Unternehmen. Als Konsequenz daraus ergeben sich vier Zukunftsszenarien:

(1) Einer der beschriebenen Akteure übernimmt eine führende Rolle, um ein entsprechendes System zu bilden.

(2) Ein neuer Akteur (bspw. wie in den USA Google mit der Google Wallet Initiative [Go11]) übernimmt eine führende Rolle zur Bildung eines entsprechenden Systems.

(3) Die Politik sorgt für entsprechende Rahmenbedingungen bzw. die Rollenvergabe evtl. in Kombination mit Förderungen. [On09] sehen diese Variante in Phase 5, welche alle vier Phasen umklammert, gegeben.

(4) Die Variante eines NFC-basiertem MCP wird durch eine neue Technologie abgelöst.

Eine Einschätzung der Varianten ist im Rahmen dieses Beitrags nicht möglich, dennoch kann das Eintreten des neuen Akteurs Google am US-amerikanischen Markt auch international als einflussreiche Entwicklung gesehen werden, die durch hohe Investitionsvolumen und starkem medialem Interesse neue Dynamik in die Entwicklung von NFC-basiertem MCP bringt. Auch aktuelle Initiativen in der Schweiz, wie die Einführung des kontaktlosen Bezahlens per Kreditkarte [Ko11], können als neue Impulse für die zukünftige Entwicklung gesehen werden.

Aus wissenschaftlicher Perspektive ergeben sich weitere Untersuchungsmöglichkeiten zum Aufbau bzw. zur Ablöse von existierenden großtechnischen Systemen. Die Entwicklungen im MCP bieten die Möglichkeit, die Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen, die das Zusammenwirken verschiedener Akteure benötigen, zu untersuchen. Neben der qualitativen Betrachtung über die Aufnahme von Fallstudien können ebenfalls Simulationen, bspw. als agentenbasierte Modelle, wertvolle Erkenntnisse für die ganzheitliche Betrachtung solcher Entwicklungen liefern bzw. zur Überprüfung von aus Fallstudien abgeleiteten Erkenntnissen dienen.

Abschließend sollen die Limitierungen der Untersuchung diskutiert werden. Der Entscheidungsprozess im Bezug auf MCP konzentriert sich in der Schweiz auf eine überschaubare Anzahl an Unternehmen. Für jeden Akteur wurde mindestens ein für den Markt repräsentatives Unternehmen in die Untersuchung aufgenommen. Limitierungen bestehen dennoch im Bereich der Merchants, da dieser Akteur eine breite Gruppe an unterschiedlichen Unternehmen umfasst. Um die Interpretation weiter zu stützen, dass ein Missverständnis über die Nachfrage nach MCP zwischen Merchant und den Anbietern besteht, kann eine ausgeweitete Interviewserie mit mehreren für den Akteur Merchant repräsentativen Unternehmen durchgeführt werden. Um ein fundiertes Verständnis zu erlagen, sind weitere Interviewserien notwendig, die die Entwicklung dokumentieren.

Literatur

[AK08] Au, Y.A.; Kauffman, R.J.: The economics of mobile payments: Understanding stakeholder issues for an emerging financial technology application. In: Electronic Commerce Research and Applications. 7(2), 2008; S. 141-164.

[Ar09] Arthur D. Little: Arthur D. Little sees mobile payments surging ahead with distinct opportunities in developed and emerging markets. Online unter http://goo.gl/dlRxf, 2009.

[AZ08] Au, Y.A.; Zafar, H.: A Multi-Country Assessment of Mobile Payment Adoption. In: Business Strategy Review. 2008.

[Be87] Benbasat, I. et al.: The Case Research Strategy in Studies of Information Systems. In: MIS Quarterly. 11(3), 1987; S. 369ff.

[Bo85] Bonoma, T.V.: Case Research in Marketing: Opportunities, Problems, and a Process. In: Journal of Marketing Research. 22(2), 1985; S. 199ff.

[CA05] Chen, J.J.; Adams, C.: User acceptance of mobile payments: a theoretical model for mobile payments. In: 5th International Conference on Electronic Business. Hong Kong, 2005; S. 5–9.

[Ch03] Chakravorti, S.: Theory of Credit Card Networks: A Survey of the Literature. In: Review of Network Economics. 2(2), 2003; S. 50-68.

[Ch08] Chen, L.D.: A theoretical model of consumer acceptance of mpayment. In: International Journal of Mobile Communications. 6(1), 2008.
[CT10] Chaix, L.; Torre, D.: Different models for mobile payments. In: Working Paper University of Nice Sophia-Antipolis, 2010.
[Da03] Dahlberg, T. et al.: Trust enhanced technology acceptance model-consumer acceptance of mobile payment solutions. In: Stockholm Mobility Roundtable. Stockholm, Sweden, 2003.
[Da08a] Dahlberg, T. et al.: Lost Opportunity Why Has Dominant Design Failed to Emerge for the Mobile Payment Services Market in Finland? In: 41st HICSS. 2008; S. 83-83.
[Da08b] Dahlberg, T. et al.: Past, present and future of mobile payments research: A literature review. In: Electronic Commerce Research and Applications. 7(2), 2008; S. 165-181.
[DC05] Dewan, S.G.; Chen, L.: Mobile payment adoption in the USA: a cross-industry, cross-platform solution. In: Journal of Information Privacy & Security. 1(2), 2005; S. 4–28.
[DÖ06] Dahlberg, T.; Öörni, A.: Understanding changes in consumer payment habits-do mobile payments attract consumers. In: Helsinki Mobility Roundtable. Helsinki, Finland, 2006.
[Fr11] Frost & Sullivan: An Insight into the U.S. Mobile Financial Services Markets - Mobile Banking and Mobile Payments. Frost & Sullivan Report #9838-65, 2011.
[GK03] Gans, J.S.; King, S.P.: The neutrality of interchange fees in payment systems. In: The BE Journal of Economic Analysis & Policy. 3(1), 2003; S. 1ff.
[Go11] Google: Google Wallet - how it works. Online unter http://goo.gl/DktJI, 2011.
[He02] van der Heijden, H.: Factors affecting the successful introduction of mobile payment systems. In: 15th Bled Electronic Commerce Conference. Bled, Slovenia, 2002.
[Hu08] Hu, X. et al.: Are Mobile Payment and Banking the Killer Apps for Mobile Commerce?. In: 41st HICSS, 2008.
[Ju11] Juniper Research: 1 in 5 Smartphones will have NFC by 2014, Spurred by Recent Breakthroughs. Online unter http://goo.gl/OVhZX, 2011.
[Kl04] Kleijnen, M. et al.: Consumer acceptance of wireless finance. In: Journal of Financial Services Marketing. 8(3), 2004; S. 206–217.
[Ko06] Kohlbacher, F.: The Use of Qualitative Content Analysis in Case Study Research 1. Introduction: Qualitative vs . Quantitative Research? 2. Research Question, Aim and Structure of the Paper. In: Forum Qualitative Sozialforschung. 7(1), 2006; S. 3-13.
[Ko11] Kontaktlos.ch: Contactless - wie funktionierts: 2011. Online unter http://goo.gl/k96JR, 2011.
[Le04] Lee, C.P. et al.: The role of technological and social factors on the adoption of mobile payment technologies. In: AMCIS 2004, 2004; S. 333ff.
[Ma07] Mallat, N.: Exploring consumer adoption of mobile payments – A qualitative study. In: The Journal of Strategic Information Systems. 16(4), 2007.
[Ma08] Madlmayr, G. et al.: NFC Devices: Security and Privacy. In: 3rd International Conference on Availability, Reliability and Security. 2008; S. 642-647.
[Ma09] Mallat, N. et al.: The impact of use context on mobile services acceptance: The case of mobile ticketing. In: Information & Management. 46(3), 2009; S. 190-195.
[Ma10] Mayring, P.: Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken. UTB Verlag, 11. Auflage, 2010.
[MN05] Mieg, H. A.; Näf, M.: Experteninterviews in den Umwelt- und Planungswissenschaften: Eine Einführung und Anleitung. Online unter http://goo.gl/7bSnc, 2005.
[MR10] Mas, I.; Radcliffe, D.: Mobile Payments go Viral: M-PESA in Kenya. Report der Bill & Melinda Gates Foundation, Online unter http://goo.gl/OaZCK, 2010.
[Mü09] Mücke Sturm & Company GmbH: Chancen für mobile NFC-Services: Bestandsaufnahme und Ausblick. Whitepaper von Mücke Sturm & Company GmbH, 2009.
[Mu10] Muhdi, L. et al.: Mobile Contactless Payment und Mobile Ticketing: Ein Schweizer Statusbericht. Report der KPMG und ETH Zürich, Online unter http://goo.gl/3Tn5K, 2010.

[NF11] NFC World: List of NFC Phones 2011. Online unter http://www.nfcworld.com/nfc-phones-list/, 2011.
[NG07] Ngai, E.W.T.; Gunasekaran, A.: A review for mobile commerce research and applications. In: Decision Support Systems. 43(1), 2007; S. 3-15.
[NZZ06] NZZ Online: Vor einem Umbruch im Schweizer Kreditkartenmarkt. In: NZZ Online. Neue Zürcher Zeitung AG, Switzerland, Online unter http://goo.gl/ID5HL, 2006.
[NZZ09] NZZ Online: Weko prüft Zusammenschluss von Orange und Sunrise. In: NZZ Online. Neue Zürcher Zeitung AG, Switzerland, Online unter http://goo.gl/5xAfO, 2009.
[On09] Ondrus, J. et al.: Why mobile payments fail? Towards a dynamic and multi-perspective explanation. In: 42th HICSS. 2009.
[OP06] Ondrus, J.; Pigneur, Y.: Towards a holistic analysis of mobile payments: A multiple perspectives approach. In: Electronic Commerce Research and Applications. 5(3), 2006; S. 246-257.
[OP08] Ondrus, J.; Pigneur, Y.: Near field communication: an assessment for future payment systems. In: Information Systems and e-Business Management. 7(3), 2008; S. 347-361.
[Öz10] Özdenİzcİ, B. et al.: NFC Research Framework: A Literature Review And Future Research Directions. In: 14th IBIMA Conference, 2010; S. 23-24.
[Po03] Pousttchi, K.: Conditions for acceptance and usage of mobile payment procedures. In: 2nd International Conference on Mobile Business. 2003; S. 201–210.
[Po06a] Post Finance: Mobile Payment - Mit dem Handy einkaufen. Online unter http://goo.gl/MF9jO, 2006.
[Po06b] Porteous, D.: The enabling environment for mobile banking in Africa. Report der CGAP Microfinance Gateway, Online unter http://goo.gl/WtuY4, 2006.
[Po08a] Pousttchi, K.: A modeling approach and reference models for the analysis of mobile payment use cases. In: Electronic Commerce Research and Applications. 7(2), 2008; S. 182-201.
[Po08b] Pousttchi, K. et al.: Proposing a comprehensive framework for analysis and engineering of mobile payment business models. In: Information Systems and e-Business Management. 7(3), 2008; S. 363-393.
[PZ03] Pousttchi, K.; Zenker, M.: Current mobile payment procedures on the German market from the view of customer requirements. In: 14th International Workshop on Database and Expert Systems Applications. 2003; S. 870-874.
[RP09] Reveilhac, M.; Pasquet, M.: Promising Secure Element Alternatives for NFC Technology. In: 1st International Workshop on Near Field Communication. 2009; S. 75-80.
[Sa09] Saunders, M. et al.: Research methods for business students. Pearson Education Limited, 2009.
[Sh10] Shen, S.: Hype Cycle for Consumer Services and Mobile Applications, 2010. Gartner Report, 2010.
[Ta10] Taga, K.: Global trends in M-payment - Challenges and opportunities. Arthur D. Little Report, Online unter http://goo.gl/3LkSk, 2010.
[We08] Wettbewerbskommission: An den Bundesrat: Jahresbericht 2008 der Wettbewerbskommission. Online unter http://goo.gl/iBlKa, 2008.
[We11] Weiss, R.: Weissbuch 2011 - Der ICT-Martkreport Schweiz. Online unter http://www.weissbuch.ch, 2011.
[Wi10] Wicks, J.: Kreditkarten in der Schweiz. In: Schweizer Bank, 2010
[Yi03] Yin, R.K.: Case Study Research: Design and Methods. Sage Publications, 2003.
[Zm04] Zmijewska, A. et al.: Towards understanding of factors influencing user acceptance of mobile payment systems. In: IADIS WWW/Internet, Madrid, 2004.

Value-in-Use of Mobile Technologies

Markus Bick[1], Katherina Bruns[2], Jens Sievert[2], Frank Jacob[2]

[1] Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik
[2] Lehrstuhl für Marketing
ESCP Europe Wirtschaftshochschule Berlin
Heubnerweg 8-10
14059 Berlin
{mbick|kbruns|jsievert|fjacob}@escpeurope.eu

Abstract: Mobile and ubiquitous technologies are considered one of the currently developed technology innovations with greater market potential in the coming future. Such technologies integrate a whole set of IT-based applications used in the private or working environment of individuals and provide extensive service capacities to support users in carrying out several activities and (work) processes. Characteristically for these kinds of technologies, value is created mainly through the use of technologies rather than ownership. Drawing from the Service-Dominant Logic and considering existing typologies of consumer value, this paper tries to lay a foundation for a potential approach to measure value in use of mobile and ubiquitous technologies. Additionally, data from an open access internet blog on mobile technology usage was further used as a first field source for gaining explorative insights into users' daily activities with mobile technologies and applications by means of a qualitative content analysis. This leads to proposing an initial set of value dimensions that help to better understand how mobile and ubiquitous technologies create value to the user during the usage processes.

1 Introduction

Within the last few decades a number of technological innovations have shown a remarkable impact on the way people live today and how they will live in the near future. WEISER [We91] proposed the concept of 'ubiquitous computing', a concept in which the increasing availability of processing power would be accompanied by its decreasing visibility to improve people's lifestyle. Early forms of ubiquitous networks are apparent in the widespread use of mobile phones. For millions of people mobile phones have become an integral and intimate part of their everyday life [ITU05]. The immense growth in the amount of applications available for smart phones and the number of downloads per year emphasise the importance of the mobile phone market and the mo-

bile internet.[1] Despite the enormous amount of downloads a study by Localytics found that 26% of the applications are downloaded, just used once, and are then discarded.[2] This clearly illustrates, that an application's success cannot be merely traced back to the number of downloads, but should rather be related to the real usage process as well.

The question arises how to assess the value of mobile and ubiquitous technologies? Especially to understand and improve what comes after a download, as even companies put a lot of money in the corresponding development and distribution process. Generally, the revised information systems (IS) success model [DM03] or the extended technology acceptance model (TAM2) [VD00] could be applied. However, these approaches are limited providing true customer dimensions and are not without criticism [Se97; Bu10]. To assess the value of mobile and ubiquitous technologies approaches from other fields of research must be considered as well. One promising candidate is the so called Service-Dominant Logic (SD-Logic) developed by VARGO AND LUSCH [VL04], taking into account one important aspect of mobile and ubiquitous technologies: *value is not only created by technology ownership but mainly by technology usage*! Thus, in accordance with the findings above, enabling adequate, value-creating usage processes plays a decisive role for the market success of such technologies [WHM10].

The SD-Logic is well known meanwhile and the aspect that value mainly emerges through usage processes is widely recognised conceptually. However, the value-in-use concept still lacks a clear operationalisation and empirical validation of the SD-Logic is still missing [Os10; Sw07; WPB07]. By using the SD-Logic as a lens to our concept and analysis as well as by closer investigating the value-in-use through identifying relevant value dimensions during the usage of mobile technology, we aim at reducing this research gap in a particular context.

Consequently, the main objective of this paper is to obtain an initial set of value dimensions that help to better understand how mobile and ubiquitous technologies create value during their usage processes. In order to develop such an approach for capturing the value as described in the SD-Logic, we firstly describe the basic idea behind this logic and the shift from value-in-exchange to value-in-use involved. The analysis of prior research that has been done regarding different value dimensions so far will subsequently serve as a conceptual basis (Section 2). Moreover, as proof-of-concept of our conceptual considerations, we focus at gaining explorative insights into the customer usage phenomenon by means of a qualitative content analysis of an internet blog regarding peoples' experience with smart phones and corresponding applications. By that, we empirically test identified value dimensions on a small sample size in terms of their applicability and develop categories that help to better understand mobile technologies'

[1] Apple, for instance, currently offers more than 500.000 applications via its App Store with over 18 Billion downloads until October 2011 (c.f. http://www.tuaw.com/2011/10/04/more-than-18-billion-apps-downloaded-from-app-store/).

[2] http://www.localytics.com/blog/2011/first-impressions-matter-26-percent-of-apps-downloaded-used-just-once/

usage (Section 3). Finally, we discuss in section 4 the main research results, the limitations of our study, and opportunities for further research.

2 Theoretical Background

In this section, we provide a brief introduction of the areas we will investigate, with the objective of developing a theoretical basis for understanding value-in-use of mobile and ubiquitous technologies. Taking into account this quite new service-centred perspective the relation to and separation from different value concepts will be discussed in the following as well as mobile and ubiquitous technologies in order to classify our targeted technologies.

2.1 Mobile and Ubiquitous Computing

Mobile computing is the use of existing portable computers and wireless technology to control the transmission of information wirelessly between networks [FZ94]. Portable devices enable specific functions, also known as mobile services [We04]. These mobile services often include contextual information, that means that they are able to take into account the user's specific location. There are currently a number of localized situation dependent mobile services, also known as location-based services, which are becoming widely available. Among other things, these services provide support to humans, machines and also to other mobile services by determining their location [n.a.01; Sp04; We04] leading to (situation dependent) mobile computing [Mü99].

The concept of *ubiquitous computing* was introduced by WEISER [We91] to describe a vision in which many computers are integrated invisibly into the user's environment. In ubiquitous computing, the use of multiple computers represents a key difference from other mobile technologies, in which a single computer, in the form of a mobile device, is foregrounded in the user experience. Ubiquitous computing is not limited to a single device which is attached to a single user, but rather is made possible by the interaction and integration of several different devices. Expanding beyond one-to-one connections leads to a system of networks that transmits data between several (mobile) devices automatically ('everywhere computing'). This even so called *machine-to-machine (M2M)* communication provides value on various levels as well. For example a car's microchip tells the engine how to operate under changing conditions so that the car can achieve the best fuel economy; same for smart metering solutions, helping to improve management of power, natural gas or water consumption.

2.2 Service-Dominant Logic

For several decades exchange has been beyond doubt the fundamental construct in marketing [Al65; Ba75]. During that time marketing mainly concentrated on the distribution and exchange of commodities and manufactured products in economies [Ma27; Sm04]. This good-centred model of economic exchange understood the units of output, embedded with value in the production process, as the central components of exchange [MHV09]. A Goods-Dominant Logic (GD-Logic) assumes that the firm 'produces' value and that customers ('consumers') are exogenous to value creation.

However, new approaches have emerged that have shown a revised marketing logic focusing on intangible resources, the co-creation of value, and relationships [Sh77; SP00; Ru98]. These new perspectives direct marketing towards a more comprehensive and inclusive dominant logic with an integrative view of goods and services [VL04]. This directly relates to GUMMESSON who claims that: "Customers do not buy goods or services: They buy offerings which render service which create value, the traditional division between goods and services is long outdated. It is not a matter of redefining services and seeing them from a customer perspective; activities render services, things render services. The shift in focus to services is a shift from the means and the producer perspective to the utilization and the customer perspective" [Gu95, 250-251].

These new approaches are demonstrating a change from the GD-Logic, in which tangible output and discrete transactions were central, to the SD-Logic, in which intangibility, exchange processes, and relationships are prominent [VL04]. In this service-centred view 'service' is defined as: "The application of specialized competences (knowledge and skills) through deeds, processes, and performances for the benefit of another entity or the entity itself" [VL04, 2]. Thus, in the SD-Logic value emerges during the consumption experience as value-in-use whereas in the GD-Logic the value was embedded in a product from economics and exists as value-in-exchange.

The growing integration of information and communication technology (ICT) into objects of everyday life and the growing mobility of communication will create an increasing transparency of people's processes in their daily lives. By gaining insights into consumers' usage processes and receiving direct feedback, companies will be able to immediately interfere and support users in carrying out various activities, processes, or applications. In this way suppliers can offer their services exactly at the point of use where, according to the SD-Logic, value is created [WHM10].

2.2 Value Concepts

Concluding from above there are two general meanings of value implicated by the shift from a goods-centred perspective to a service-centred perspective, 'value-in-exchange' and 'value-in-use', which reflect different ways of thinking about value and value creation. Whereas in the GD-Logic the roles of "producers" and "consumers" are distinct, and value creation is often considered as a series of activities performed by the firm, the SD-Logic focuses on value that is "always co-created, jointly and reciprocally, in inter-

actions among providers and beneficiaries through the integration of resources and application of competences" [VMA08, 146].

Generally we can distinguish between unidimensional and multidimensional consumer value concepts [SI07]. Whereas unidimensional models often assess consumer value based on a trade-off between benefits and sacrifices on a single dimension, multidimensional models often conceptualize consumer value with the help of consumers' needs and resort to a list of dimensions [Wa04]. Many authors have argued that the unidimensional trade-off models are narrow or arcane and too simplistic in that they ignore the multidimensionality of the value construct [SNG91; MMR01; SS01]. Even though the multidimensional concepts overcome some problems of the unidimensional concepts, a majority of the multidimensional approaches are based on measuring consumer value only at a certain point in time [Wa04; Pe02; dR97] implicating that the consumer perceives the usage process also at one certain point in time. However, according to the SD-Logic value is created through the whole usage process. To capture the consumer value on a process based orientation the investigation of events or happenings during the supplier-consumer-relationship might be a possible approach [WF06]. In the context of consumers' events, perceived experiences may further serve as a parameter to evaluate those events pertaining to consumers' needs. Experiences are one fundamental aspect within the SD-Logic. Thus, under the SD-Logic products (GD-Logic) firstly became offerings [VL04] and finally through a further adjustment experiences [LV06].

		Extrinsic		*Intrinsic*	
Self-orientated	*Active*	ECONOMIC VALUE	EFFICIENCY (output/input, convenience)	HEDONIC VALUE	PLAY (fun)
	Reactive		EXCELLENCE (quality)		AESTHETICS (beauty)
Other-orientated	*Active*	SOCIAL VALUE	STATUS (success, impression management)	ALTRUISTIC VALUE	ETHICS (virtue, justice, morality)
	Reactive		ESTEEM (reputation, materialism, possessions)		SPIRITUALITY (faith, ecstasy, rapture, sacredness, magic)

Figure 1: Typology of Consumer Value [Ho96; Ho06]

A consumer value model that captures diverse aspects of the consumers' experiences is HOLBROOK'S [Ho96] typology of consumer value. According to HOLBROOK, his value typology is able to capture the essence of the SD-Logic and even extends the grasp beyond that provided by VARGO AND LUSCH'S more confined service-centred approach [Ho06]. He defines customer value as an *interactive relativistic preference experience*. This means that value involves a relationship between a subject ('consumer') and an

object (‘product’), value is comparative, situational, and personal, value refers to a judgment of preference, and value is provided not in an object, a product, or a possession but rather in a consumption experience [Ho06]. Within his model HOLBROOK [Ho96] classifies consumer value into three dimensions: *extrinsic/intrinsic*, *self-orientated/other-orientated*, and *active/reactive*. By combining these three dimensions he presents eight dimensions to define the typology of consumer value that are again classified into the four value categories *economic*, *hedonic*, *social*, and *altruistic* value (Figure 1). The *economic value* distinguishes between the dimensions *efficiency* and *excellence*. *Efficiency* includes the get-versus-give aspects of consumption and considers consumer’s monetary cost, time, and effort regarding a consumption experience. *Excellence* involves the degree to which a market offering is perceived to be able to accomplish certain goals.

Social value connects the dimension status (influencing one’s own social status, making a favourable impression on others) with the dimension esteem (improving one’s own social reputation) .The *hedonic value* highlights the importance of having fun (play) and the self-orientated appreciation of an object (aesthetics). The *altruistic value* embraces the dimensions ethics (usage based on virtue and moral aspects) and spirituality (passive appreciation, admiration or adoration of the other) [Ho96].

3 First Measurement of Value-in-Use of Mobile Technologies

In the following section we try to gain insights into people’s usage processes with mobile technologies and thereby aim at capturing the value-in-use of such technologies. We chose smart phones as our research object firstly because of their current importance and potential in the mobile technology market and secondly because they represent a perfect technology to picture usage processes as they provide extensive applications to support users carrying out various activities in their daily life. As a field source we used data from an open access internet blog on mobile technology usage launched by the newspaper ’Der Tagesspiegel[3]‘ and the mobile network operator ’Base[4]‘. Via this project the two companies followed average users through their daily activities with smart phone technologies and applications and tried to answer the following questions: “how is mobile internet changing people’s everyday life?”, “which applications are meaningful?”, “which applications are mainly for the fun of it and what will soon be forgotten?”. Over a time period of six weeks eight users (five women, three men, average age 43 years, pupil, student, employee, pensioner, and professor) reported as so called ’mobile scouts‘ on their usage with smart phone applications. Every week the mobile scouts received a new task on which they were asked to report in the mobile scout blog. Weekly tasks varied from organising, navigation, social networking, etc. to a final feedback regarding the usage process.

[3] http://www.tagesspiegel.mobile-scouts.de/
[4] http://www.base.de/

In this paper we focus on analysing blog statements concerning the weekly user task *navigation*. At this point in time the scouts had already familiarized themselves with using the smart phones and developed enough knowledge on handling and features of their phone. Regarding this task the mobile scouts received the following instruction: "Getting from A to B quickly – also in this matter your smart phone is able to support you! You have a business appointment, a date at night, a spontaneous meeting – look up your way using your smart phone and be navigated to your destination."

By using the data from the mobile scout blog we can develop a first understanding of how people experience mobile technologies and choose the most important aspects that create value to the consumers during their usage processes. Based on this we deduce a first approach to extract relevant dimensions for assessing value-in-use.

3.1 Procedure of Content Analysis

As the data obtained from the blog was not generated by an own survey carried out and only provides a small sample size, we do not aim at conducting any quantitative statistical analyses. Thus, the data was analysed by means of a qualitative content analysis, a method appropriate for analysing recorded communication. Mayring [Ma10] puts forward three distinct analytical procedures for the interpretation of such material: Summary, explication, and structuring. The summary, which was used in the present study, attempts to reduce the material in such a way as to preserve the essential content and by abstraction to create a manageable corpus which yet reflects the original material. The procedure of summary implicates an inductive category development, which has proven to be quite fruitful to the qualitative content analysis [Ma10]. The inductive category development aims at a naturalistic, object-related reflection of the material without being biased by any pre-assumptions [Ma10]. With regard to the main objective of this paper it seems to be an adequate means to reveal evaluation dimensions, which, according to the value as described in the SD-Logic, may appear within people's usage processes with smart phones.

3.2 Results of Analysis

After the analytical steps of the summary procedure (including paraphrasing, generalising, bundling) there were a great many of evaluation dimensions and criteria revealed that may serve as a basis for assessing the value-in-use of mobile technologies. Table 1 shows the corresponding results, which are presented in descending order of frequency of occurrence. This approach is based on the assumption that an increased occurrence of elements goes along with an increased relevance [BT95].

Evaluation Basis	Evaluation Dimension / Criteria	Rel. Frequency	Abs. Frequency
Route Guidance	Efficiency/Speed, Adaptability, Orientation/Transparency, Inspiration/Novelty, Recognition of Obstacles	43.1%	41
Data Information	Accuracy of Reality, Speed, Clearness, Travel Time, Length of Route, Oversupply, Expedience	14.8%	14
Locating	Reliability, Speed, Data Security, Orientation/Security	13.7%	13
Voice Response	Stream of Speech, Grammar, Friendliness, Fear of Adaption	10.5%	10
Handling	Weight Savings, Fixing/Storage, Changes of Settings	8.4%	8
Situation/Place	Independency, Time Savings	4.2%	4
Entering of Destination	Barrier-free, Clearness	3.2%	3
Social Interaction	Ubiquity, Neglect of Social Interaction	2.1%	2
Totals		**100.00%**	**95**

Table 1: Evaluation dimensions and criteria of value-in-use

The most frequently evaluated aspect was the *route guidance* (43.1%). Within this evaluation the speed of reaching a destination, choosing the shortest route, the recognition of obstacles (such as congestion, road closure, etc.), and the adaptability to changes were evaluation dimensions found most often. The inspiration/novelty dimension relates to the new routes and interesting discoveries, which are perceived as hedonic aspects during the navigation. Orientation/transparency mostly refers to a feeling of security and not-being-lost. The second most frequently evaluated aspect was *data information* (14.8%), data available during the navigation can be differentiated by the kind of information (length of route, travel time), the quality (accuracy of reality, speed), and the quantity (oversupply, expedience). Also the *locating* via GPS was mentioned quite often (13.7%). Besides the reliability also the speed of the locating service was evaluated. Based on the knowledge about the own position a feeling of security arose, which was sometimes also accompanied by fear regarding data privacy. The next most frequently evaluated aspect was the *voice response* (10.5%), which was perceived as robot-like, unfriendly, and not able to speak German. As a further evaluation basis the *handling* of the smart phone while navigating was discussed (8.4%), which addresses the interaction during the usage process, the fixing/storage in the car as well as the weight savings. Also the *situation* and the *place* served as another evaluation basis (4.2%). Here the users compared their usage to the alternative of having no smart phone and experienced a feeling of independency and mentioned the time saved. The aspect of entering the destination (3.2%) related to a barrier-free handling and the possibility of a clear entering. A last evaluation object refers to *social aspects* (2.1%), which concern the disregard of social interaction but also the possibility to be reached anytime and anywhere (ubiquity).

3.3 Discussion of Results

Even though the evaluation dimensions resulted from a qualitative content analysis with inductive category development the similarity of the extracted dimensions to HOLBROOK's typology of consumer value is evident. Thus, the dimensions efficiency/speed, reliability, time, and weight savings (Table 1) can clearly be assigned to HOLBROOK's ***economic value***. This is supported by the following sample statements of 'mobile scouts':

> *„Once in Teltow [district], the woman [navigation voice] really wanted to lead me on the main thoroughfare; she did not know the well developed and traffic light-free Oderstrasse!"*

> *"The navigation app led me directly from the underground station Franzoesische Strasse to my front door."*

Hedonic value is covered by aspects like inspiration/novelty as well as by the friendliness of the voice. The following quotation describes an inspiring situation during the navigation process:

> *"Also on the map I've seen that there is quite a lot water near Pichelsdorf [district] and this area is certainly worth a trip better planned."*

The ***social value*** can be found in the dimension orientation/transparency, the perceived independence, the fear of adapting the way of speaking, and the concern of social isolation due to a lack of social interaction. The two statements refer to the orientation/transparency and the independency perceived:

> *„[…] I would have survived this adventure safely without Fons [phone's nickname], but with him I felt a lot safer, because I always knew where I was."*

> *„Even if I wanted, there would have been no time for making a detour via the local internet. I felt completely independent and I can tell you: That was a great feeling!"*

Altruistic value is picked up by the consideration of both barrier-free data entering and data security. Following posts by the mobile scouts illustrate the relevance of these aspects:

> *„[…] however, I wonder how anonymously I am actually using the iPhone on the road. But somewhere, there is certainly a way to deactivate this [locating service]…"*

> *„ […]. Those are the only reasonably barrier-free accessible apps, although the Galaxy cannot be operated barrier-free."*

Finally, HOLBROOK's four basic value dimensions (*economic*, *hedonic*, *social*, and *altruistic*) seem to sufficiently reflect the extracted evaluation dimensions (Table 1) of smart phone usage. Thus, our approach may act as a first framework for assessing consumer value of mobile technology usage. As demonstrated in Table 1 the evaluation dimensions are in each case related to a specific basis or object of evaluation. To give an example 'speed' as a criteria of the value dimension 'efficiency' (economic value) on the one hand refers to the time needed to locate the position by GPS (Locating) and on the other hand applies to length of time to a destination (Route Guidance).

In order to increase the perceived value-in-use of mobile technologies practitioners should therefore always reveal the concrete evaluation basis and link these to HOLBROOK's [Ho96; 06] four global value dimensions. Also from the results it is evident that some of the evaluation objects are based on rather hard aspects such as product features or attributes (e.g., handling, data entering) whereas others are more related to soft aspects (e.g., social interaction). Besides focussing exclusively on a technological perspective it is thus recommended to more and more concentrate on users' needs that are reflected in the context of the usage processes of mobile technologies.

4 Conclusion and Further Research

Value of information systems (IS) and information and communication technology (ICT) is not that easy to assess. Most commonly general IS performance measurements approaches or IS success models, e.g., [DM03], are applied. However, these models mainly focus on net benefits taking into account several influences, e.g., user satisfaction or use / intention to use, but do not asses the (actual) value-in-use. This is all the more important, since value is not only created by owning modern ICT – especially mobile and ubiquitous technologies – but mainly by using them [VL04].

So, it is quite feasible to assess the value of mobile technologies following approaches from other fields of research or disciplines. For that reason we analysed the appropriateness of the SD-Logic [VL04] in general and related costumer value concepts like HOLBROOK'S [Ho96; Ho06] typology of consumer value in particular with regard to mobile technologies. The results of our work offer first insights into which dimensions and corresponding criteria could be applied to determine the value-in-use. We identify how people experience mobile technologies and we choose the most important aspects that create value to the consumers during their usage processes. These results are naturally a first step to bridge the research gap mentioned in the beginning, providing an initial set of dimensions – *economic*, *hedonic*, *social*, and *altruistic* (Table 1) – to measure value-in-use of mobile technologies.

The results of the present study originate a highly explorative approach with only a small sample size and therefore should be treated with caution from different points of view. The internet blog statements show only parts of the usage processes, relevant aspects may not have been written down by the mobile scouts. The study is based on the usage of smart phones and on only one specific application (navigation). Thus, the results cannot be generalised, but this was not the main purpose of the analysis. Yet, the study provided first insights into the evaluation dimensions and criteria which are used during the usage of mobile navigation applications and may serve as a basis to assess the value-in-use of mobile technologies.

The next step to capture the value-in-use of mobile and ubiquitous technologies in a more comprehensive manner must be the development of a fundamental value-in-use framework. Aspects like the different extent of customer integration in terms of knowledge or skills through which customers, by integrating them into their usage processes, are able to

contribute to value creation, may lead to a variation of value-in-use. Considering these aspects, as well as underlying needs of users, which may play a different role within different usage processes can contribute to a broader, more dynamical examination of value-in-use of mobile technologies. According to WOODRUFF [Wo97] a suitable instrument for analysing the customer value considering customers' needs is the Means-Ends-Approach [Gu82]. The statements obtained through that approach must be analysed again by means of a content analysis to extract the direct and indirect consequences of the usage as well as relevant value dimensions. The content analysis therefore seems to be particularly suitable for approaching the subject matter of value-in-use in the future.

References

[Al57] Alderson, W.: Dynamic Marketing Behaviour: A Functionalist Theory of Marketing, Homewood, 1957.

[Ba75] Bagozzi, R. P.: Marketing as Exchange. In: The Journal of Marketing, 39 (4), 1975; pp. 32-39.

[BT95] Brunner, E.; Tschacher, W.: Quantifizierende Inhaltsanalyse. In: (König, E.; Zedler, P. Eds.): Bilanz qualitativer Forschung, Nr. 2., Weinheim, 1995; pp. 619-632.

[Bu10] Buhl, H.U. et al.: Leserbrief: Stellungnahme zum Beitrag von Urbach et al. Aus Heft 4/2009. Wirtschaftsinformatik, 52 (2), 2010; pp. 109-114.

[DM03] DeLone, W. H.; McLean, E. R.: The DeLone and McLean model of information systems success: A ten-year update. In: Journal of Management Information Systems, 19 (4), 2003; pp. 9–30.

[dR97] de Ruyter, K. et al.: The dynamics of the service delivery process: A value-based approach. In: International Journal of Research in Marketing, 14 (3), 1997; pp. 231-243.

[FZ94] Forman, G. H.; Zahorjan, J.: The Challenges of Mobile Computing. In: Computer, 27 (4), 1994; pp. 38–47.

[Gu82] Gutman, J.: A Means-End Chain Model Based on Consumer Categorization Processes. In: Journal of Marketing, 46 (2), 1982; pp. 60-72.

[Gu95] Gummesson, E.: Relationship Marketing: Its Role in the Service Economy. In (Glynn, W. J.; Barnes, J. G. Eds.): Understanding Services Management. John Wiley & Sons, New York, 1995; pp. 244–268.

[Ho06] Holbrook, M. B.: ROSEPEKICECIVECI versus CCV. In (Lusch R.; Vargo S. Eds.): The Service-dominant Logic of Marketing: Dialog, Debate, and Directions. M. E. Sharpe, Armonk, 2006; pp. 208- 223.

[Ho96] Holbrook, M. B.: Special Session Summary. Customer Value – A Framework for Analysis and Research. In: Advances in Consumer Research, (23) 1996; pp. 138-142.

[ITU05] ITU Internet Reports: The Internet of Things. Executive Summary, Geneva, 2005.

[LV06] Lusch, R.; Vargo S.: Service-Dominant Logic: Reactions, Reflections and Refinements. In: Marketing Theory, 6 (3), 2006; pp. 281-288.

[MMR01] Mathwick, C.; Malhotra, N.; Rigdon, E.: Experiental Value: Conceptualization, Measurement and Application in the Catalog and Internet Shopping Environment. In: Journal of Retailing, (77), 2001; pp. 39-56.

[Ma10] Mayring, P.: Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken , 11. Aufl., Beltz, Weinheim, Basel, 2010.

[Ma27] Marshall, A.: Principles of Economics (1890), Reprint. Macmillan, London, 1927.

[MHV09] Merz, M. A.; He Y; Vargo S. L. (2009), "The Evolving Brand Logic: A Service Dominant Logic Perspective", Journal of the Acadamy Marketing Science, 37 (1), 328-344.

[Mü99] Müller-Veerse, F.: Mobile Commerce Report. Durlacher Research Ltd., 1999, London.

[n.a.01] n.a: The UMTS Third Generation Market, Phase II – Structuring the Service Revenue. UMTS-Forum. [www-Dokment] http://www.umts-forum.org/component/option,com_docman/task,doc_download/gid,781/Itemid,98/. Download 24/10/2011.

[Os10] Ostrom, A. et al.: Moving Forward and Making a Difference: Research Priorities for the Science of Service. In: Journal of Service Research, 13 (1), 2010; pp. 4-36.

[Pe02] Petrick, J.: Development of a Multi-Dimensional Scale for Measuring the Perceived Value of a Service. In: Journal of Leisure Research, 34 (2), 2002; pp. 119-134.

[Ru98] Rust, R.: What Is the Domain of Service Research?. In: Journal of Service Research, 1 (2), 1998; p. 107.

[Se97] Seddon, P. B.: A Respecification and Extension of the DeLone and McLean Model of IS Success. In: Information Systems Research, 8 (3), 1997; pp.240-253.

[Sh77] Shostack, G. L.: Breaking Free from Product Marketing. In: Journal of Marketing Theory and Practice, 41 (2), 1977; pp. 73–80.

[SNG91] Sheth, J.; Newman, B.; Gross, B.: Consumption Values and Market Choice. Theory and Application, Cincinnati, 1991.

[SI07] Sánchez, R.; Iniesta, M.: The concept of perceived value: A systematic review of the research. In: Marketing Theory, 7 (4), 2007; pp. 427-451.

[Sm04] Smith, A.: An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations (1776), Reprint, W. Strahan and T. Cadell, London, 1904.

[SP00] Sheth, J.; Parvatiyar, A.: Relationship Marketing in Consumer Markets: Antecedents and Consequences. In (Sheth, J.; Parvatiyar, A. Eds.): Handbook of Relationship Marketing, Sage Publications, Thousand Oaks, 2000.

[Sp04] Spiekermann, S.: General Aspects of Location Based Services. In: (Voisard, A.; Schiller, J. Eds.): Location Based Services. Morgan Kaufmann, San Francisco, 2004; pp. 9-26.

[SS01] Sweeney, J.; Sourtar, G.: Consumer Perceived Value: The Development of a Multiple Item Scale. In: Journal of Retailing, 77 (2), 2001; pp. 203-220.

[Sw07] Sweeney, J.: Moving towards the service dominant logic – A comment. In: Austral-Asian Marketing Journal, 15 (1), 2007; pp. 97-104.

[VD00] Venkatesh, V.; Davis, F. D.: A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. In: Management Science, 46 (2), 2000; S. 186-204.

[VL04] Vargo, S.; Lusch R.: Evolving to a New Dominant Logic for Marketing. In: Journal of Marketing, (68) 1, 2004; pp. 1-17.

[VMA08] Vargo, S.; Maglio P.; Archpru A.: On Value and Value Co-Creation: A Service Systems and Service Logic Perspective. In: European Management Journal, 26 (1), 2008; pp. 145-152.

[Wa04] Wang, Y. et al.: An integrated framework for customer value and customer-relationship-management performance: a customer-based perspective from China. In: Managing Service Quality, 14 (2/3), 2004; pp. 169-182.

[We04] Wehrmann, J.: Situationsabhängige mobile Dienste: Konzepte und Modelle zu ihrer effizienten Entwicklung unter besonderer Berücksichtigung der Benutzerakzeptanz. Wi-Ku-Verlag, Berlin, 2004.

[WHM10] Weiber, R.; Hörstrup, R.; Mühlhaus, D.: Akzeptanz anbieterseitiger Integration in die Alltagsprozesse der Konsumenten: Erste empirische Ergebnisse. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 81 (Special Issue 5), 2010, pp. 111-145.

[We91] Weiser, M.: The Computer in the 21st Century. In: Scientific American (265); pp. 78-89.

[WF06] Woodruff, R.; Flint, D.: Marketing's Service-Dominant Logic and Customer Value. In (Lusch R.; Vargo S. Eds.): The Service-dominant Logic of Marketing: Dialog, Debate, and Directions. M. E. Sharpe, Armonk, 2006; pp. 183-159.

[WPB07] Winklhofer, H.; Palmer, R.; Brodie, R.: Researching the Service Dominant Logic – Normative Perspective Versus Practice. In: Australasian Marketing Journal, 15(1), 2007; pp. 76-83.

[Wo97] Woodruff, B.: Customer Value: The Next Source for Competitive Advantage. In: Academy of Marketing Science, 25 (2), 1997; pp. 139-153.

Empirische Befunde des Einsatzes von mobilem Internet in Unternehmen

Stefan Christmann[1], Fabian Renatus[2], Karsten Kröbel[1], Matthias Schumann[1]

Professur für Anwendungssysteme und E-Business[1] /
Professur für Produktion und Logistik[2]

Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 5
37073 Göttingen
stefan.christmann@wiwi.uni-goettingen.de
fabian.renatus@wiwi.uni-goettingen.de
karsten.kroebel@wiwi.uni-goettingen.de
matthias.schumann@wiwi.uni-goettingen.de

Abstract: Der Zugriff auf Internetdienste mit Smartphones ist für viele Nutzer ein Standard geworden, zudem werden immer mehr Anwendungen für mobile Endgeräte aus Mobile Application Stores bezogen. Die mobile Internetnutzung kann jedoch auch in Unternehmen Nutzen stiften. Während die private Nutzung durch viele Studien untersucht ist, ist dies bei der Nutzung in Unternehmen nicht der Fall. Dieser Beitrag beschreibt eine empirische Untersuchung, die festhält, dass viele Unternehmen heute bereits mobil auf das Internet zugreifen, das Potential jedoch noch nicht voll ausschöpfen.

1 Motivation

Das mobile Internet – definiert als die Nutzung von Internetdiensten und -protokollen mit mobilen Endgeräten über drahtlose Netzwerke [Cl02][PN01] – ist eine Technologie mit stetig steigender Nutzerzahl. Während der mobile Internetzugriff noch vor einigen Jahren aufgrund langsamer Datenverbindungen, eingeschränktem Funktionsumfang und den hohen Endgeräte- sowie Datenübertragungskosten nur für wenige Menschen nutzbar war, hat sich der Markt mit der Einführung von Apples iPhone [CL11] und der Bereitstellung des Open Source-Betriebssystems Android durch Google stark verändert [Bu10]. Leistungsfähige Endgeräte sind heute zu günstigen Preisen verfügbar und die Datenübertragungsraten steigen bei gleichzeitig sinkenden Kosten [Be10]. Statistisch gesehen verfügt jeder Bundesbürger über ein mobiles Endgerät, das sich mehr und mehr zu einem permanenten Begleiter und Multifunktionsgerät entwickelt [Ke09]. Tätigkeiten wie der Versand von E-Mails und der Zugriff auf zentral abgespeicherte Daten, die früher lediglich stationären Endgeräten vorbehalten waren, sind mittlerweile auch problemlos über das mobile Internet möglich.

Unternehmen stehen daher vor der Entscheidung, ob der Einsatz des mobilen Internets für sie Nutzen stiftet, ökonomisch realisiert werden kann und sicher ist. In der Fachliteratur findet sich hierzu eine Vielzahl von Gründen, die für den Einsatz des mobilen Internets in Unternehmen sprechen, aber auch mehrere Faktoren, die als Hemmnis angesehen werden [Be09][Sc08][Pf02][Sc02]. Über die Bewertung dieser Hemmnisse durch die Unternehmen selbst und die tatsächliche Nutzung des mobilen Internets durch Unternehmen existieren in der Wissenschaft jedoch nur wenige empirische Erkenntnisse. Ziel dieses Beitrags ist es daher, auf Basis einer Unternehmensbefragung herauszufinden, wie weit der Einsatz des mobilen Internets in deutschen Unternehmen verbreitet ist, wie diese Technologie verwendet wird, welche Herausforderungen durch Unternehmen gesehen werden und wie der zukünftige Einsatz des mobilen Internets in Unternehmen zu prognostizieren ist.

2 Konzeption der empirischen Erhebung

2.1 Bisherige Studien

Über die Nutzung des mobilen Internets in Unternehmen sind bisher nur wenige empirische Erhebungen publiziert:

BITKOM: Mobile Anwendungen in der ITK-Branche, 2011: Die Studie betrachtet auf Basis einer quantitativen Online-Befragung die Beweggründe von Unternehmen für die Nutzung von mobilen Anwendungen, wobei der unternehmensinterne Einsatz nicht getrennt von der Anwendungsbereitstellung für Kunden analysiert wird. Zudem werden die bei der Entwicklung verwendeten Technologien, die von Unternehmen beim Einsatz des mobilen Internets gesehenen Herausforderungen sowie Anwendungsbereiche von Apps in Unternehmen untersucht [BI10].

Rio mobile: Die empirische Studie zum Thema Business-Motor mobiles Internet, 2010: Mit einer quantitativen Befragung von „Entscheidern" in Unternehmen werden die Einsatzfelder mobiler Anwendungen innerhalb von Unternehmen und auf der Schnittstelle zum Kunden abgefragt. Zudem wird untersucht, ob Unternehmen das mobile Internet in Zukunft einsetzen wollen und welche Bedeutung sie dieser Technologie beimessen. Hierbei stehen Kundenservice- und Marketing-Prozesse im Vordergrund [Ri10]. Der Herausgeber „Rio mobile" bezeichnet sich selbst als „Mobile Marketing Agentur", weshalb die Neutralität der Ergebnisse zu hinterfragen ist.

TechConsult: Mobile Business in Deutschland, 2003: Durch Telefoninterviews wurden Unternehmen zur Nutzung mobiler Endgeräte und Datenübertragungstechnologien, zu ihrer Bewertung des mobilen Internets, zu ihren Motivationsgründen für den Einsatz sowie zu Nutzenpotentialen und Hemmnissen dieser Technologie befragt. Die Ergebnisse sind aufgrund des Alters der Studie in Kombination mit den starken Veränderungen im Bereich des mobilen Internets in weiten Teilen überholt [Te03].

Die bisherigen Studien beantworten nicht die ausgewählte Fragestellung, sind in ihrer Neutralität zweifelhaft oder nicht mehr aktuell. Die Studien dienen jedoch als Grundlage für die nachfolgende Forschungskonzeption. Wissenschaftliche empirische Untersuchungen zum Einsatz von mobilem Internet in deutschen Unternehmen sind nicht vorhanden.

2.2 Formulierung und Präzisierung des Forschungsproblems

Die Studie untersucht die gegenwärtige und zukünftige Nutzung des mobilen Internets in Unternehmen. Sie wurde im ersten Quartal 2011 durchgeführt. Um die zukünftige Nutzung beurteilen zu können, werden zudem die Herausforderungen abgefragt, die Unternehmen beim Einsatz des mobilen Internets sehen. Dazu wurden vier Forschungsfragen (F1-F4, vgl. Tabelle 1) entwickelt, die durch acht Hypothesen konkretisiert wurden.

Tabelle 1: Forschungsfragen

F1	*Welche Unternehmen setzen mobiles Internet zurzeit ein?*	*H1.1-H1.2*
F2	*Nutzen Unternehmen ausschließlich Standarddienste des mobilen Internets?*	*H2.1-H2.2*
F3	*Welche Herausforderungen sehen Unternehmen beim Einsatz von mobilem Internet?*	*H3.1-H3.2*
F4	*Wie wird sich die Nutzung des mobilen Internets in Zukunft entwickeln?*	*H4.1-H4.2*

Forschungsfrage 1 gibt dabei nicht nur Einblick in den aktuellen Stand der Nutzung, sondern zeigt auch, von welchen Unternehmenscharakteristika (wie z. B. Mitarbeiteranzahl oder Unternehmenssektor) sie abhängt. Sie wird durch die Hypothesen H1.1 und H1.2 konkretisiert.

H1.1: Je größer das Unternehmen, desto häufiger wird das mobile Internet eingesetzt.

Die Unternehmensgröße stellt die am häufigsten untersuchte Variable im Zusammenhang des Einsatzes von mobilem Internet in Unternehmen dar, deren Aussagekraft sich aber in bisherigen Studien nicht allgemeingültig belegen lässt [Wo04]. Bessere personelle als auch technische Ressourcen in großen Unternehmen sowie die Möglichkeit, größere Skaleneffekte zu erreichen, stehen flacheren Hierarchien und somit effizienteren Entscheidungswegen bei kleinen Unternehmen gegenüber [Wo04][Ro95].

H1.2: Je größer der Anteil mobiler Mitarbeiter eines Unternehmens, desto häufiger wird das mobile Internet eingesetzt.

H1.2 beschäftigt sich mit der Mobilität der Mitarbeiter. Ein Mitarbeiter wird analog zu [Te03] und [DJB09] als mobil angesehen, wenn er mehr als 20 % seiner Arbeitszeit nicht an einem festen Arbeitsplatz verbringt. Das mobile Internet kann mobile Mitarbeiter besonders gut unterstützen, weil sie ortsunabhängig in Geschäftsprozesse eingebunden werden können und die Technologie somit die Kommunikation in Unternehmen verbessert [Wo04].

Forschungsfrage 2 betrachtet die Nutzung des mobilen Internets in Unternehmen detaillierter. Da es sich hierbei anwendungsneutral um den mobilen Zugriff auf ein Kommunikationsnetzwerk handelt [PN01], kann die Nutzung beispielsweise den Zugriff auf das WWW mit einem mobilen Endgerät oder den Empfang von E-Mails meinen (Standarddienste). Andererseits kann darunter aber auch die Nutzung spezifischer mobiler Anwendungen [Ni09] verstanden werden, mit der beispielsweise eine nahtlose Einbindung von Mitarbeitern in Geschäftsprozesse [KPW03] möglich wird.

H2.1: Die Mehrheit der Unternehmen nutzt ausschließlich Standarddienste.

Gerpott und Thomas beschreiben, dass das mobile Internet in Unternehmen in drei Phasen eingeführt wird: Zunächst wird die Infrastruktur für mobile Endgeräte geöffnet, dann werden diese nahtlos integriert und anschließend entstehen neue Dienstleistungen und Produkte auf Basis des mobilen Internets [GT02]. In der ersten Phase kommen vorrangig Standarddienste wie das WWW oder E-Mail zum Einsatz – diese können mit Smartphones i. d. R. direkt genutzt werden und sind für Unternehmen ohne Änderung der IT-Infrastruktur verwendbar. Aufgrund der relativen Neuheit des mobilen Internets wird erwartet, dass Unternehmen hauptsächlich diese Dienste einsetzen.

H2.2: Die Mehrheit der Unternehmen nutzt mobile Individualsoftware nie oder selten.

Prinzipiell können die in Unternehmen nutzbaren Anwendungen in drei Gruppen unterteilt werden: Bereits auf den Endgeräten vorinstallierte Programme, aus AppStores beziehbare Standardsoftware und speziell für das Unternehmen entwickelte Individualsoftware. Aufgrund des Aufwands für die Implementierung oder der Kosten einer Fremdfertigung ist davon auszugehen, dass Individualsoftware am wenigsten in Unternehmen genutzt wird.

Forschungsfrage 3 beschäftigt sich mit den Herausforderungen des mobilen Internets, die die Nutzung für Unternehmen erschweren oder auch zu einer Nichtnutzung führen. Hierzu werden in der Literatur vielfältige Gründe, von Limitationen der Endgeräte, über die Heterogenität und Abschottung von Betriebssystemen bis hin zu Datenschutz und Datensicherheit diskutiert [Be09][Sc08][TP04].

H3.1: Die Mehrheit der Unternehmen sieht es als Herausforderung an, mobile Endgeräte in Geschäftsprozesse zu integrieren.

Um mobile Endgeräte in Geschäftsprozesse zu integrieren, müssen diese Prozesse technisch (beispielsweise durch eine SOA) flexibilisiert und umgestaltet werden, um mobile Mitarbeiter darin zu berücksichtigen [HC94]. Abhängig davon, auf welche Art diese Integration erfolgt und wieweit Geschäftsprozesse bereits flexibilisiert sind, erfordert dies ggf. einen hohen konzeptionellen Aufwand und hohe Kosten in der technischen Umsetzung [PT06]. Aus diesem Grund ist davon auszugehen, dass Unternehmen dies als Herausforderung bewerten.

H3.2: Die Mehrheit der Unternehmen sieht die Heterogenität der Betriebssysteme als Herausforderung an.

In der wissenschaftlichen Literatur wird Heterogenität bei mobilen Endgeräten häufig als Hemmnis genannt [TP04][MP09]. Für Unternehmen ist die Heterogenität bei mobilen Betriebssystemen dann ein Problem, wenn sie Individualsoftware einsetzen (vgl. H2.2). Mobile Anwendungen müssen zumeist mehrfach entwickelt werden, wenn sie auf mehreren Betriebssystemen funktionieren sollen [MP09]. Aus diesem Grund wurde im Rahmen dieser Befragung empirisch untersucht, ob diese Faktoren auch von den Unternehmen real als Hemmnis angesehen werden.

Forschungsfrage 4 betrachtet die von Unternehmen prognostizierte zukünftige Entwicklung der Technologie im Unternehmenskontext. Dazu wurden die heutige und zukünftige Wichtigkeit für Unternehmen abgefragt – mit einem Zeithorizont von drei Jahren.

H4.1: Die Unternehmen prognostizieren, dass das mobile Internet in drei Jahren eine höhere Bedeutung für sie haben wird, als heute.

Für die weitergehende Entwicklung des mobilen Internets ist die Erwartungshaltung gegenüber dieser Technologie von hoher Wichtigkeit. Unternehmen, die dem mobilen Internet langfristig einen höheren Stellenwert als heute zuweisen, werden eher Investitionen in diesem Bereich tätigen.

H4.2: Die Mehrheit der Unternehmen, die bislang kein mobiles Internet einsetzen, plant dies innerhalb der nächsten drei Jahre zu ändern.

Die steigende Nutzung des mobilen Internets im Privatkundenbereich hat auch Auswirkungen auf Unternehmen. Sie verändert das Kommunikationsverhalten der Menschen und erzeugt so auch eine neue Erwartungshaltung von Mitarbeitern gegenüber Unternehmen, den Zugriff auf Daten und Dienste auch ortsunabhängig von außerhalb zuzulassen [Be09].

2.3 Planung und Vorbereitung der Erhebung

Die Unternehmensbefragung wurde mit Hilfe eines papierbasierten Fragebogens durchgeführt. Diese Form der Informationsgewinnung weist zwar einige Nachteile – vor allem gegenüber einer mündlichen Befragung – auf [At08], allerdings bietet sie sich aufgrund niedriger Kosten insbesondere bei der Untersuchung großer Stichproben an.

Als Stichprobe wurden 800 Unternehmen ausgewählt, wobei die größte Teilgruppe die 500 umsatzstärksten Unternehmen in Deutschland bilden. Da in dieser von der Tageszeitung „Die Welt" bereitgestellten Liste [We11] keine Banken und Versicherungen vertreten sind, jedoch eine branchenübergreifende Befragung stattfinden sollte, wurden zusätzlich jeweils 20 Vertreter beider Branchen zufällig ausgewählt. Von der Annahme ausgehend, dass die somit ausgewählten Unternehmen relativ hohe Mitarbeiterzahlen aufweisen, wurden ebenfalls 260 kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) in die Befragung aufgenommen. Die Auswahl der KMU erfolgte zufällig aus der Adressdatenbank eines Verlages und erstreckte sich über das gesamte deutsche Bundesgebiet.

3 Ergebnisse der Befragung

In einem Zeitraum von Januar bis April 2011 wurden 132 der 800 Fragebögen von den befragten Unternehmen zurückgesandt. Das entspricht einer Rücklaufquote von 16,5 %. Im Nachfolgenden werden zunächst die Charakteristika der antwortenden Unternehmen dargestellt und anschließend die Forschungsfragen ausgewertet.

3.1 Deskriptive Statistik

In der erzeugten Stichprobe sind Unternehmen verschiedenster Größenklassen enthalten. Lediglich ganz kleine Firmen mit weniger als 50 Mitarbeitern sind mit jeweils weniger als zehn Antworten im Vergleich zu den anderen Mitarbeiterzahlen unterrepräsentiert. Die am stärksten vertretene Gruppe, ist die der Unternehmen mit einer Mitarbeiterzahl zwischen 50 und 499 (vgl. Abbildung 1). Diese Verteilung ist somit nicht repräsentativ für die deutsche Wirtschaft, da KMU unterrepräsentiert sind.

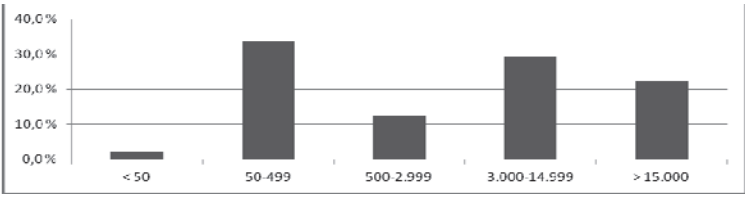


Abbildung 1: Mitarbeiteranzahl der antwortenden Unternehmen (N=130)

Neben den Mitarbeiterzahlen ist ebenfalls die Branche der befragten Unternehmen interessant. Abbildung 2 zeigt die Verteilung der befragten Unternehmen auf Basis einer nach [Wo04] reduzierten Klassifikation der Wirtschafszweige der deutschen amtlichen Statistik [St07]. Wie sich erkennen lässt, sind die am stärksten vertretenen Branchen das verarbeitende Gewerbe und der Handel. Drei Kategorien (Land und Forstwirtschaft; Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialwesen; Gastgewerbe) sind nicht vertreten.

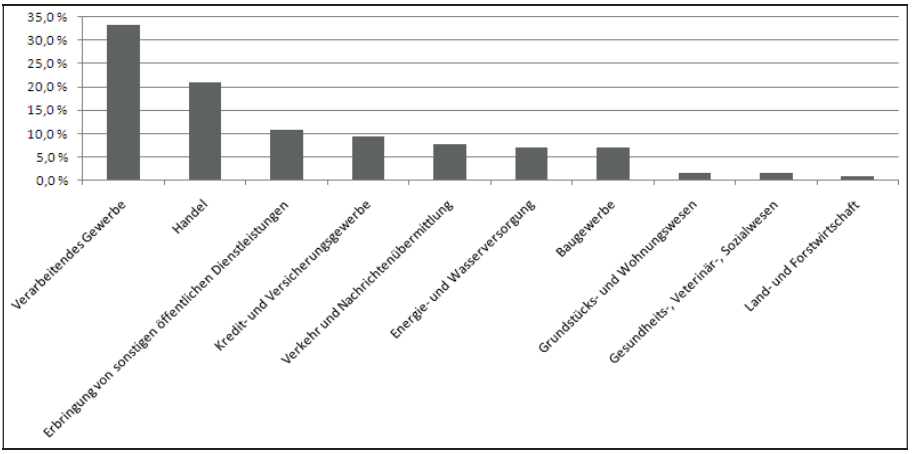


Abbildung 2: Branchen der antwortenden Unternehmen (N=124)

3.2 Einsatz

Von den 132 antwortenden Unternehmen setzen 86,3 % das mobile Internet ein. 18 verneinen dies, ein Teilnehmer ließ diese Frage unbeantwortet. Für eine detailliertere Untersuchung des Einsatzes des mobilen Internets stehen somit 113 Fragebögen zur Verfügung**.**

Hypothese 1.1 vermutet, dass ein positiver Zusammenhang zwischen der Unternehmensgröße (gemessen durch die Anzahl der Mitarbeiter) und dem Einsatz des mobilen Internets existiert. Aufgrund der vorliegenden Skalenanordnung lässt sich die biseriale Rangkorrelation zur Messung der Stärke des Zusammenhangs anwenden. Der ermittelte Wert von 0,183 bestätigt, dass es einen positiven Zusammenhang zwischen der Unternehmensgröße und dem Einsatz des mobilen Internets gibt. Dieser ist zwar relativ schwach, lässt sich jedoch empirisch belegen. Der entsprechende asymptotische U-Test ergibt einen Wert von $z = 2{,}08$. Wird ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0{,}05$ festgelegt, kann die Alternativhypothese H1, die besagt, dass sich große und kleine Unternehmen hinsichtlich des Einsatzes des mobilen Internets nicht unterscheiden, verworfen werden. Es ergibt sich eine 98 prozentige Wahrscheinlichkeit, dass ein Zusammenhang zwischen Unternehmensgröße und der Nutzung des mobilen Internets besteht. *Hypothese 1.1 gilt somit als bestätigt.*

H1.2: Mit der zweiten Hypothese wird vermutet, dass es einen positiven Zusammenhang zwischen der Anzahl der mobilen Mitarbeiter und dem Einsatz des mobilen Internets gibt. Zur Überprüfung der Zusammenhänge werden, wie auch schon in Hypothese 1.1, die biseriale Rangkorrelation und der U-Test verwendet. Für die Berechnung der Stärke des Zusammenhangs ergibt sich ein Wert von 0,067. Für die Signifikanz ergibt sich ein z-Wert von 0,77. Wird ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0{,}05$ vorausgesetzt, müsste der z-Wert größer als 1,65 sein. Da dies nicht der Fall ist, kann der zuvor errechnete Zusammenhang nicht als statistisch signifikant gewertet werden. *Hypothese 1.2 wird daher zurückgewiesen*.

Es konnte aufgezeigt werden, dass eine deutliche Mehrheit der Unternehmen, die an der Befragung teilgenommen hat, bereits mobiles Internet einsetzt, wobei der Einsatz mit Zunahme der Mitarbeiterzahl steigt. Kritisch muss bei der ermittelten Gesamtverbreitung der Technologie hinterfragt werden, ob vielleicht Unternehmen, die mobiles Internet einsetzen, eher an der Befragung teilgenommen haben, als solche ohne mobiles Internet. Weitergehend konnte die Annahme, dass das mobile Internet schwerpunktmäßig in Unternehmen eingesetzt wird, bei denen viele Mitarbeiter regelmäßig nicht an ihrem Arbeitsplatz sind, nicht bestätigt werden. Ebenso zeigt sich kein Schwerpunkt der Nutzung in bestimmten Branchen oder Wirtschaftssektoren.

3.3 Art der Nutzung

Hypothese 2.1 untersucht, ob die Mehrzahl der Unternehmen, die das mobile Internet einsetzen, ausschließlich Standarddienste nutzen. Genau die Hälfte der Unternehmen bestätigt dies, die andere Hälfte lehnt dies ab ($N = 110$). Es ergeben sich somit für die Signifikanz ein Z-Wert von Null und damit eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 50 %. Es lässt sich also nicht mit Sicherheit sagen, ob das Ergebnis der Stichprobe zufällig zustande kam, oder ob tatsächlich ein statistischer Zusammenhang besteht. *Hypothese 2.1 wird daher abgelehnt.*

H2.2 unterstellt, dass die Mehrheit der Unternehmen nie oder selten mobile Individualsoftware nutzt. 69,7 % der Unternehmen verwenden auf Smartphones vorinstallierte Anwendungen häufig oder sehr häufig, Individuallösungen kommen hier auf einen Wert von 57,8 %, nachzuinstallierende Standardsoftware auf 50 %. Dass Individualsoftware auf mobilen Endgeräten nie eingesetzt wird, geben 23,9 %, dass sie selten genutzt werden, 22,7 % der Unternehmen an. Es ergibt sich somit eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 36,2 %. *Hypothese 2.2 wird daher abgelehnt.*

Das mobile Internet wird in vielen Unternehmen somit nicht nur zur Nutzung von Standarddiensten verwendet – es existiert bereits ein hoher Anteil an Unternehmen, die ebenfalls mobile Anwendungen einsetzen. Bei der Untersuchung der Aspekte, warum die Hälfte der antwortenden Unternehmen nur Standarddienste verwendet, wurde in 23 Fällen der fehlende Bedarf nach individuellen Lösungen genannt.

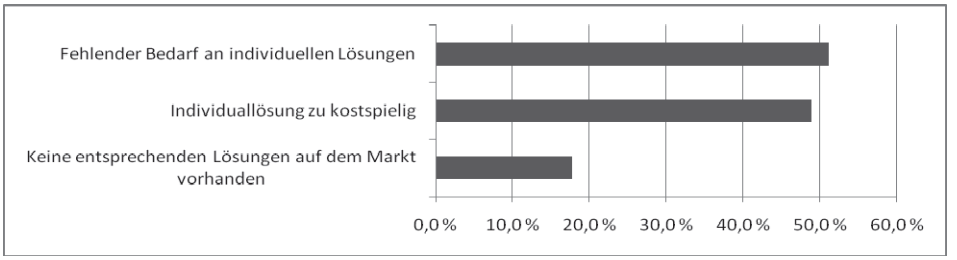


Abbildung 3: Gründe für die Beschränkung auf Standarddienste (N=61)

In weiteren 22 Fällen wurden entsprechende Individuallösungen als zu kostenintensiv bewertet und acht Mal wurde das Nichtvorhandensein einer passenden Standardsoftware am Markt angemerkt (Mehrfachnennungen möglich). Abbildung 3 visualisiert dies.

3.4 Herausforderungen

Die erste Hypothese der dritten Forschungsfrage geht davon aus, dass über die Hälfte der IT-Verantwortlichen es als Herausforderung ansieht, mobile Endgeräte in Geschäftsprozesse zu integrieren. Die Auswertung ist in Abbildung 4 zu sehen.

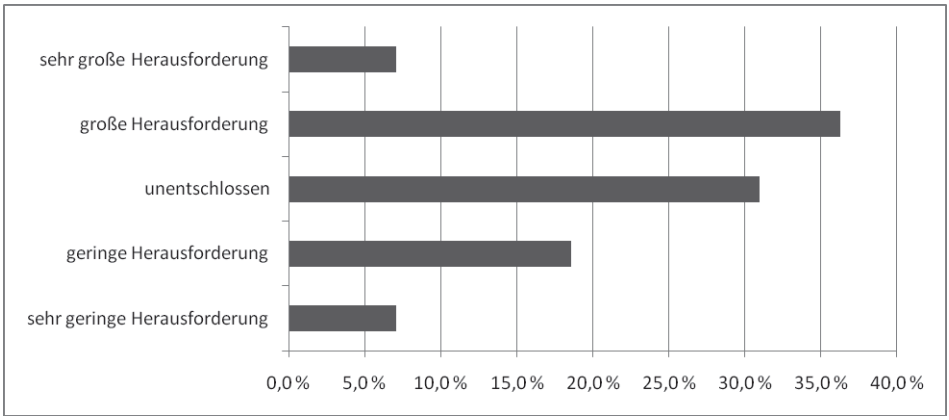


Abbildung 3: Bewertung der Herausforderung der Prozessintegration (N=113)

Wie sich erkennen lässt, sehen es 75 % der Unternehmen zumindest teilweise als eine Herausforderung an, mobile Endgeräte in Geschäftsprozesse einzubinden. Mit einem Z-Wert von rund 5,29 kann davon ausgegangen werden, dass die in der Stichprobe beobachteten Zusammenhänge auch für die Grundgesamtheit gelten. *Hypothese 3.1 kann somit bestätigt werden.*

H3.2 vermutet, dass die Heterogenität der mobilen Betriebssysteme von den meisten Unternehmen als Herausforderung bzw. Hemmnis beim Einsatz des mobilen Internets angesehen wird. Lediglich 45,4 % der befragten Unternehmen geben jedoch an, dass die Heterogenität für sie eine Herausforderung darstellt. Daraus ergibt sich ein Z-Wert von -0,96. Da dieser Wert kleiner als 1,65 ist, kann die formulierte Hypothese nicht aufrechterhalten werden. *Hypothese 3.2 wird somit abgelehnt.*

Jedoch geben 70,4 % der Unternehmen an, dass sich ihr Unternehmen nicht auf den Einsatz eines einzigen Betriebssystems beschränkt. Setzt ein Unternehmen ausschließlich ein Betriebssystem ein, so ist es zumeist RIM BlackBerry OS (vgl. Abbildung 5). Dies ist insbesondere auf die spezielle Ausrichtung von BlackBerry OS auf den Unternehmensbereich zurückzuführen: RIM war das erste Unternehmen, welches verschlüsselte Push-Mail anbot [BO09]. Zudem stellt RIM für BlackBerry OS Möglichkeiten zur sicheren Datensynchronisation mit Serversystemen bereit.

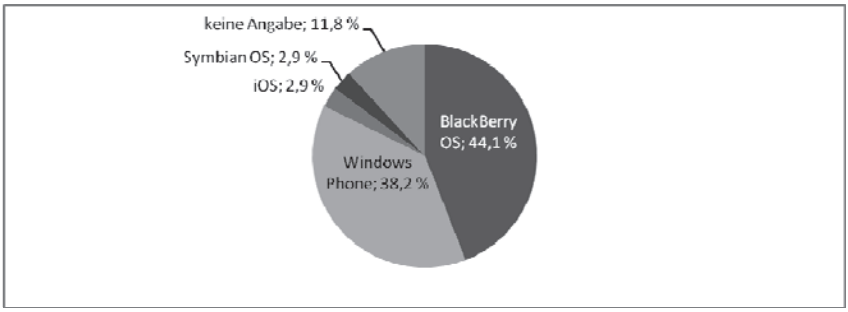


Abbildung 5: Alleinig eingesetzte Betriebssysteme (N=18)

Die Hypothesen zu Forschungsfrage 3 haben aufgezeigt, welche Herausforderungen Unternehmen beim Einsatz des mobilen Internets sehen. Lediglich 45,2 % der befragten Unternehmen sahen in der Heterogenität der Betriebssysteme und Endgeräte eine Herausforderung, obgleich diese beiden Aspekte in der Fachliteratur häufig als Hemmnisse bei der Verbreitung des mobilen Internets angeführt werden. Da bei der Beantwortung der entsprechenden Fragebogenfrage jedoch die Auswahl mehrerer Herausforderungen erlaubt war, müssen alle Ergebnisse im Vergleich betrachtet werden (siehe Abbildung 6).

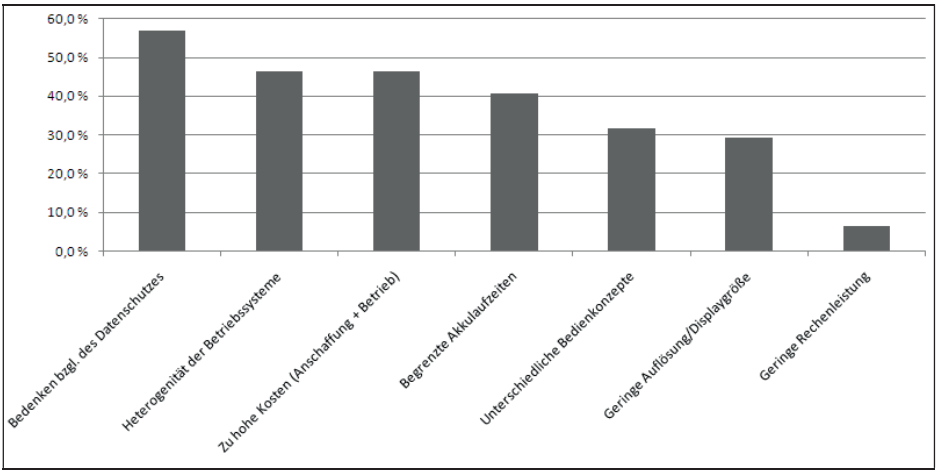


Abbildung 6: Herausforderungen des mobilen Internets (N=123)

Die am meisten genannte Herausforderung sind demnach die Bedenken bezüglich des Datenschutzes. Diese bestehen trotz der Existenz ausgereifter Verschlüsselungs- und Endgerätemanagementtechnologien [Je11]. Anschließend folgen die bereits untersuchte Heterogenität der Betriebssysteme sowie die immer noch als zu hoch angesehenen Kosten. Ein Aspekt, der heutzutage eine immer geringere Rolle spielt und in Zukunft voraussichtlich vernachlässigbar sein wird, ist die verminderte Rechenleistung mobiler Geräte im Gegensatz zu stationären Geräten.

3.5 Zukunftsperspektive

H4.1: Hypothese 4.1 vermutet, dass sich die Wichtigkeit des mobilen Internets für die Unternehmen in Zukunft erhöhen wird. Die Bewertung und ihre Veränderung zeigt Abbildung 7.

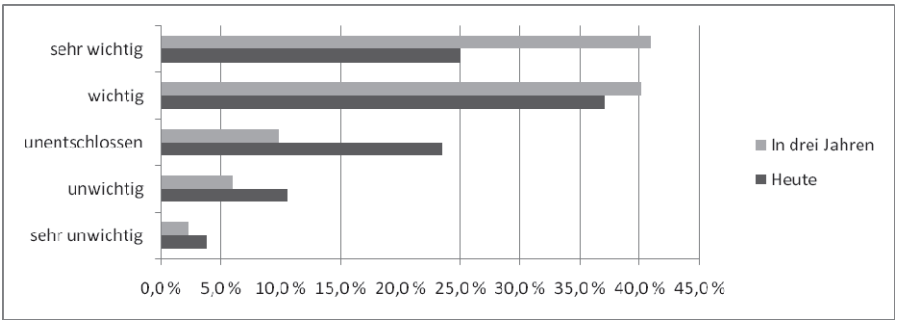


Abbildung 7: Wichtigkeit des mobilen Internets für Unternehmen (N=132)

Von 131 Unternehmen schätzen 58 das mobile Internet in Zukunft wichtiger für ihr Geschäft ein als heutzutage. 70 der befragten Unternehmen schätzen die Wichtigkeit gleichbleibend ein und lediglich drei Unternehmen vermuten eine abnehmende Bedeutung. Der Mittelwert der Bewertung verschiebt sich von 3,69 heute zu 4,12 in drei Jahren. Ein T-Test ergibt, dass das Ergebnis nicht zufällig zustande gekommen ist. *Hypothese 4.1 wird angenommen.*

H4.2: Die letzte Hypothese vermutet, dass die Mehrzahl der Unternehmen, die zurzeit noch kein mobiles Internet einsetzt, dies mittelfristig nachholen wird. Bei den Ergebnissen ist jedoch ein ausgeglichenes Bild zu beobachten: Lediglich die Hälfte der Unternehmen plant eine Einführung des mobilen Internets innerhalb der nächsten drei Jahre. Aufgrund dieser Tatsache liegt die Irrtumswahrscheinlichkeit bei 50 %, das Ergebnis ist also nicht statistisch signifikant. *Hypothese 4.2 wird somit verworfen.*

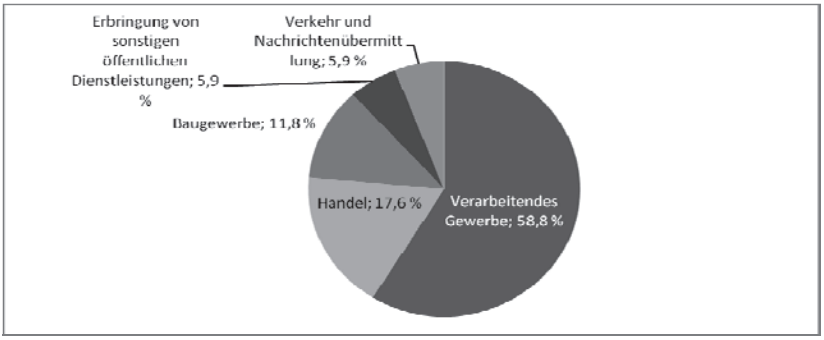


Abbildung 8: Sektoren der Unternehmen, die das mobile Internet nicht einführen wollen (N=21)

Betrachtet man die Branchenzugehörigkeit der Unternehmen, die das mobile Internet auch in Zukunft nicht nutzen wollen (Abbildung 8), so stellt man fest, dass dies vor allem Unternehmen aus dem verarbeitenden Gewerbe sind. Für diese Branche ist die Nutzung dieser Technologie also auch in Zukunft wenig relevant. Die vorab geschilderten Ergebnisse zeigen, dass sich das mobile Internet mittelfristig weiter durchsetzen wird und somit einen Wachstumsmarkt darstellt.

4 Zusammenfassung und Fazit

Die vorliegende Untersuchung gibt Einblicke in die aktuelle Nutzung des mobilen Internets durch Unternehmen. Aufgrund der teils überraschenden Ergebnisse musste die Mehrheit der vorab formulierten Hypothesen verworfen werden, wie Tabelle 2 zeigt.

Tabelle 2: Ergebnisse der Hypothesen

#	Hypothese	Ergebnis
H1.1 *N=130*	Je größer das Unternehmen, desto häufiger wird das mobile Internet eingesetzt.	✓
H1.2 *N=130*	Je größer der Anteil mobiler Mitarbeiter eines Unternehmens, desto häufiger wird das mobile Internet eingesetzt.	×
H2.1 *N=114*	Die Mehrheit der Unternehmen nutzt ausschließlich Standarddienste.	×
H2.2 *N=87*	Die Mehrheit der Unternehmen nutzt mobile Individualsoftware nie oder selten.	×
H3.1 *N=113*	Die Mehrheit der Unternehmen sieht es als Herausforderung an, mobile Endgeräte in Geschäftsprozesse zu integrieren.	✓
H3.2 *N=123*	Die Mehrheit der Unternehmen sieht die Heterogenität der Betriebssysteme als Herausforderung.	×
H4.1 *N=131*	Die Unternehmen prognostizieren, dass das mobile Internet in drei Jahren eine höhere Bedeutung für sie haben wird als heute.	✓
H4.2 *N=36*	Die Mehrheit der Unternehmen, die bislang kein mobiles Internet einsetzen, plant dies innerhalb der nächsten drei Jahre zu ändern.	×

Bezüglich der Frage, in welchen Unternehmen das mobile Internet zurzeit eingesetzt wird (*Forschungsfrage 1*), lässt sich feststellen, dass mobiles Internet sowohl in kleinen als auch in großen Unternehmen und über alle Wirtschaftssektoren hinweg bereits häufig eingesetzt wird. Darüber hinaus lässt sich erkennen, dass vor allem Unternehmen mit vielen Mitarbeitern diese Technologie oft verwenden. Das mobile Internet wird sowohl im Dienstleistungs- als auch im Industriesektor eingesetzt, allerdings planen mehr Unternehmen aus dem Industriesektor, das mobile Internet auch zukünftig nicht einzuführen.

Bei der konkreten Nutzung des mobilen Internets (*Forschungsfrage 2*) wurde ermittelt, dass die Technologie derzeit bei der Hälfte der Unternehmen noch ausschließlich für den Zugriff auf Standarddienste des Internets verwendet wird. Die andere Hälfte der antwortenden Unternehmen geht bei der Nutzung jedoch bereits darüber hinaus: Neben dem Bezug von Standardsoftware für mobile Endgeräte wird auch Individualsoftware von Unternehmen in relevantem Umfang eingesetzt.

Bezüglich der Herausforderungen, die Unternehmen beim Einsatz des mobilen Internets sehen (*Forschungsfrage 3*), lässt sich feststellen, dass insbesondere die Einbindung mobiler Endgeräte in bisher rein stationäre Geschäftsprozesse und Bedenken bezüglich des Datenschutzes Schwierigkeiten darstellen. Bei der genaueren Betrachtung der verwendeten mobilen Endgeräte fällt auf, dass viele Unternehmen mehrere mobile Betriebssysteme auf ihren Endgeräten einsetzen – selbst wenn sie die Heterogenität der Betriebssysteme als Herausforderung ansehen. Bei den Unternehmen, die nur ein einziges Betriebssystem einsetzen, werden zumeist RIM BlackBerry OS und Microsoft Windows Mobile verwendet.

Die Ergebnisse hinsichtlich der Fragestellung, wie Unternehmen das mobile Internet heutzutage bewerten und wie sie seine zukünftige Bedeutung einschätzen (*Forschungsfrage 4*), haben gezeigt, dass viele Firmen eine hohe Wichtigkeit dieser Technologie für sich sehen. Es ist jedoch zu vermuten, dass die Relevanz von mobilen Anwendungen und dem mobilen Internet im Allgemeinen in Zukunft noch weiter zunehmen wird. Viele der Unternehmen sind gut für zukünftige Entwicklungen im Bereich des mobilen Internets aufgestellt, da fast alle Firmen (96 %) ihren Mitarbeitern moderne Endgeräte mit entsprechenden Datentarifen zur Verfügung stellen.

Die Betrachtung der Firmen, die zurzeit kein mobiles Internet nutzen, ergibt, dass die Hälfte dieser Unternehmen sich bewusst gegen das mobile Internet entschieden hat. Dabei war der fehlende Bedarf einer entsprechenden Umsetzung zumeist Grund für diese Entscheidung. Auf die Frage, ob diese Unternehmen in den nächsten drei Jahren dennoch das mobile Internet einsetzen wollen, stimmte immerhin die Hälfte zu. Daraus wird ersichtlich, dass weiteres Entwicklungspotenzial – insbesondere im Bereich mobiler Anwendungen – besteht. Die Wissenschaft sollte die identifizierten Herausforderungen aufgreifen und Lösungsansätze entwickeln, wie mobile Endgeräte sicher in Unternehmensnetzwerke eingebunden werden können. Da die Kosten für die Softwareentwicklung durch die Entwicklung von Anwendungsvarianten für verschiedene Betriebssysteme steigt, sollten Möglichkeiten zur plattformübergreifenden Anwendungsentwicklung, beispielsweise mit Webtechnologien, geprüft werden.

Literaturverzeichnis

[At08] Atteslander, P.: Methoden der empirischen Sozialforschung, 12. Aufl., Berlin, 2008.

[BO09] Barczok, A.; Opitz, R.: Mobile Trümpfe – Smartphone-Betriebssysteme im Vergleich, in: c't 23, 2009, S. 86-97.

[Be09] Beurer-Zülling, B.: Smartphones im Unternehmenskontext: Aspekte auf organisatorischer und individueller Ebene, Bamberg, 2009.

[Be10] Berlecon Research: Mobile Enterprise Solutions 2010: Lösungskonzepte, Fallbeispiele und Erfolgsfaktoren, Berlin, 2010.

[BI10] BITKOM e.V.: Mobile Anwendungen in der ITK-Branche – Umfrage-Ergebnisse, http://www.bitkom.org/files/documents/App_Studie_20110511_einzel.pdf, 01.06.2011, Abruf am: 2011-08-25.

[Bu10] Burnette, E.: Hello, Android - Introducing Google's Mobile Development Platform, 3. Aufl., Lewisville, Raleigh, 2010.

[Cl02] Clement, R.: Geschäftsmodelle im Mobile Commerce, in: Silberer, G.; Wohlfahrt, J.; Wilhelm, T. (Hrsg.): Mobile Commerce – Grundlagen, Geschäftsmodelle, Erfolgsfaktoren, Wiesbaden, 2002, S. 24-42.

[CL11] Charland, A.; Leroux, B.: Mobile Application Development: Web vs. Native, Communications of the ACM 54 (2011), Nr. 5, S. 49-53.

[DJB09] Drake, S. D.; Jaffe, J.; Boggs, R.: IDC Market Analysis Report, Worldwide Mobile Worker Population 2009-2013 Forecast, Framingham, 2009.

[GT02] Gerpott, T. J.; Thomas, S. E.: Organisationsveränderungen durch Mobile Business, in: Reichwald, R. (Hrsg.): Mobile Kommunikation – Wertschöpfung, Technologien, neue Dienste, Wiesbaden, 2002, S. 37-54.

[HC94] Hammer, M.; Champy, J.: Business Reengineering – Die Radikalkur für das Unternehmen, Frankfurt/Main, 1994.

[Je11] Jeon, W.; Kim, J.; Lee, Y.; Won, D.: A Practical Analysis of Smartphone Security, in: Human interface and the management of information, LNCS 6771(2011), S. 311-320.

[Ke09] Kernpunkt: Studie Mobiles Internet: Entwicklung, Einsatz, Chancen, Köln, 2009.

[KPW03] Khodawandi, D.; Pousttchi, K.; Winnewisser, C.: Mobile Technologie braucht neue Geschäftsprozesse, http://wi2.wiwi.uni-augsburg.de/pics/mobile/Uni-Augsburg_WI2-MC_MP-16-10.pdf, 2003, Abruf am: 2011-08-23.

[MP09] Maaß, C.; Pietsch, G.: Mobile Anwendungen und Client-Applikationen, in: WISU – Das Wirtschaftsstudium 11 (2009), S. 1446-1448.

[Ni09] Nickerson, R.; Muntermann, J.; Varshney, U.; Isaac, H.: Taxonomy development in information systems – developing a taxonomy of mobile applications, in: 17th European Conference on Information System (ECIS), S. 1-13.

[Pf02] Pflug, V.: Mobile Business macht Geschäftsprozesse effizient, in: Gora, W.; Röttger-Gerigk, S. (Hrsg.): Handbuch Mobile-Commerce – Technische Grundlagen, Marktchancen und Einsatzmöglichkeiten, Heidelberg, 2002, S. 211-224.

[PN01] Petersmann, T.; Nicolai, A. T.: Wer gewinnt im M-Commerce?, in: IO Management, Nr. 6, 2001, S. 30-39.

[PT06] Pousttchi, K.; Thurnher, B.: Einsatz mobiler Technologie zur Unterstützung von Geschäftsprozesse, in: Sieck, J.; Herzog, M. A. (Hrsg.): Wireless Communication and Information. Shaker Verlag, Aachen 2006, S. 101-120.

[Ri10] Rio Mobile: Die empirische Studie zum Thema „Business-Motor mobiles Internet“, Hamburg, 2009.

[Ro95] Rogers, E. M.: Diffusion of Innovations, A-Cross-Cultural Approach, New York, 1995.

[Sc02] Scheer, A.-W.; Feld, T.; Göbl, M.; Hoffmann, M.: Das mobile Unternehmen, in: Silberer, G.; Wohlfahrt, J.; Wilhelm, T. (Hrsg.): Mobile Commerce – Grundlagen, Geschäftsmodelle, Erfolgsfaktoren, Wiesbaden, 2002, S. 91-110.

[Sc08] Scherz, M.: Mobile Business - Schaffung eines Bewusstseins für mobile Potenziale im Geschäftsprozesskontext, Dissertation, Berlin, 2008.

[St07] Statistisches Bundesamt Deutschland: Gliederung der Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008, Wiesbaden, 2007.

[Te03] TechConsult: Mobile Business in Deutschland – Eine Multi-Client-Studie der TechConsult GmbH, Kassel, 2003.

[TP04] Turowski, K.; Pousttchi, K.: Mobile Commerce – Grundlagen und Techniken, Berlin, Heidelberg, 2004.

[We11] Welt online: Die 500 größten Unternehmen in Deutschland, http://top500.welt.de, 2011, Abruf am: 2011-12-21.

[Wo04] Wohlfahrt, J.: Akzeptanz und Wirkung von Mobile-Business-Anwendungen, Hamburg, 2004.

Einsatz ubiquitärer Informationssysteme in der Versicherungswirtschaft: Gestaltung von Pay-Per-Risk Tarifierungsmodellen

Johannes Paefgen[1], Alexander C.H. Skorna[1], Thorsten Staake[2], Elgar Fleisch[1,2]

[1]Universität St. Gallen, Institut für Technologiemanagement, Dufourstraße 40a, CH-9000 St. Gallen, Schweiz

[2]ETH Zürich, Lehrstuhl für Information Management, Scheuchzerstraße 7, CH-8092 Zürich, Schweiz

johannes.paefgen@unisg.ch, alexander.skorna@unisg.ch, tstaake.ethz.ch, efleisch@ethz.ch

Abstract: In der Versicherungswirtschaft ermöglichen ubiquitäre Informationssysteme neuartige Prämienmodelle nach dem "Pay-Per-Risk" (PPR) Prinzip. In PPR Tarifen sind Prämien nicht vertraglich fixiert, sondern in gewissen Grenzen variabel und werden basierend auf objektiven Sensorinformationen in regelmäßigen Intervallen neu bestimmt. Für zwei Fallbeispiele aus dem Sachversicherungsbereich werden Anforderungen und Nutzen von PPR Tarifen diskutiert. Basierend auf empirischen Daten wird dargestellt, wie aus physikalischen Sensormessungen skalare Risikoindikatoren ermittelt und in ein Informationssystem zur variablen Prämienkalkulation integriert werden können. Der Beitrag schließt mit Umsetzungsempfehlungen für Praktiker mit Versicherungshintergrund und nennt Ansatzpunkte für weiterführende Forschung.

1 Einleitung

Ubiquitäre Informationssysteme reduzieren Transaktionskosten durch kostengünstige Maschine-Maschine-Relationen und erlauben damit die Automation von bisher nur schwer automatisierbaren betriebswirtschaftlichen Aufgaben [FD03, Sk10c]. Zu diesen zählen unter anderem Identifikation, Lokation, Qualitätskontrolle und verursachergerechte Verrechnung. Letzterer kommt in der Versicherungsbranche im Rahmen von risikoadaptiven, auch "Pay-Per-Risk" (PPR) genannten Tarifierungsmodellen eine besondere Bedeutung zu. Im Gegensatz zu klassischen Versicherungspolicen, in denen basierend auf kollektiven und individuellen Schadenhistorien vertraglich fixierte Prämien berechnet werden, verwenden PPR Modelle vernetzte Sensoren zur kontinuierlichen Überwachung und Bewertung versicherter Objekte. Die Tarifierung orientiert sich folglich an der individuellen Risikoausprägung des Versicherungsnehmers und kann

über die Zeit flexibel angepasst werden. Im vorliegenden Beitrag wird diese Systematik am Beispiel zweier Produkte aus dem Bereich der Sachversicherung diskutiert:

- In der Motorfahrzeugversicherung wird das individuelle Fahrverhalten gemessen und bewertet. Dazu zählen sowohl quantitative (Fahrstrecke, Fahrdauer) als auch qualitative (Geschwindigkeit, Fahrstil) Aspekte der Fahrzeugnutzung. Autofahrer erhalten in regelmäßigen Abständen, beispielsweise auf Monatsbasis, eine Prämienrechnung [GB11].

- In der Transportversicherung werden Güter während des Transports und bei transportbezogenen Zwischenlagerungen kontinuierlich überwacht und prämienrelevante Umwelteinflüsse wie Erschütterungen oder Temperaturschwankungen identifiziert. Die Tarifierung erfolgt in Abhängigkeit der auftretenden Transportkonditionen [Sk10a].

Gemeinsam ist beiden Ansätzen, dass die Preisbildung erstens auf objektiv messbaren Daten beruht, und zweitens zeitlich dynamisch ausgelegt ist und somit im Rahmen derselben Police für denselben Kunden variable Prämien berechnet werden können. Dabei wird für Versicherungsnehmer ein Anreiz geschaffen, ihr individuelles Risikoprofil zu verbessern um in der Folge niedrigere Prämienkosten zu erreichen. Gleichzeitig ist davon auszugehen, dass PPR Modelle einen Risikoselektionseffekt mit sich bringen, indem neue Kunden mit attraktivem Risikoprofil angezogen werden und Bestandskunden mit schlechtem Risikoprofil zu anderen Angeboten wechseln. Nachdem mittelfristig nicht zu erwarten ist, dass PPR bestehende Tarifmodelle vollständig substituieren wird, besteht für Versicherer mit der Investition in entsprechende Systeme eine Chance zur Differenzierung von Wettbewerbern.

Während eine Vielzahl wissenschaftlicher Arbeiten Informationssysteme mit integrierten Sensornetzwerken (Stichwort Telematik) in den oben genannten Anwendungsdomänen untersucht, ist die Perspektive der Versicherungswirtschaft und insbesondere PPR bisher kaum in der IS Literatur vertreten. Bisherige Arbeiten die darauf explizit Bezug nehmen stellen vor allem die technische Implementierung in den Vordergrund und diskutieren dedizierte Sensorlösungen [Co06] oder die Gewährleistung von Datenschutz und -sicherheit für Endkunden [Tr07]. Für die Umsetzung von PPR lautet die zentrale Fragestellung für Versicherungsunternehmen jedoch, wie Sensormessungen als Datengrundlage zur Berechnung von Tarifen verwendet werden können, die das zu versichernde Risiko hinreichend genau und reproduzierbar abbilden. Dieses an Hand exemplarischer Daten darzustellen und im wissenschaftlichen Kontext zu diskutieren bildet die Zielsetzung des vorliegenden Beitrags.

Basierend auf theoretischen Arbeiten werden im Folgenden zunächst die Erwartungen an PPR Tarifierungsmodelle sowohl aus Sicht der Versicherungswirtschaft, als auch aus volkswirtschaftlicher Perspektive diskutiert. Von diesen Erkenntnissen ausgehend formuliert das darauffolgende Kapitel 3 zunächst allgemein geltende Anforderungen an entsprechende Systeme und konzipiert eine Referenzarchitektur. Für die beiden oben genannten Anwendungsszenarien wird dieses jeweils instanziiert und gestützt auf empirischen Daten ein Tarifierungsmodell entworfen. Für Praktiker mit Versicherungshintergrund werden die wesentlichen Implikationen im letzten Kapitel zusammengefasst. Für weitere wissenschaftliche Arbeiten werden Einschränkungen und offene Forschungsfragen mit Bezug auf den verfolgten Ansatzes aufgezeigt.

2 Erwartungen an Pay-Per-Risk Tarifierungsmodelle

2.1 Nutzen für die Versicherungswirtschaft

Aus mikroökonomischer Sicht ist einer der Hauptvorteile von PPR Tarifierungsansätzen die Beseitigung von Informationsasymmetrien zwischen Versicherungsanbieter und Versicherungsnehmer. In klassischen Versicherungsverträgen hat der Anbieter vor Abschluss einer Police nur begrenzte, und danach üblicherweise gar keine Möglichkeit mehr, das tatsächliche versicherte Risiko zu bewerten. Dadurch entstehen, bei ökonomisch rationalem Verhalten der Marktteilnehmer, zwei wesentliche Effekte, die in der Fachliteratur als adverse Selektion und moralisches Risiko bezeichnet werden.

Nach der Theorie der adversen Selektion haben Träger hoher Risiken bei gleichen Konditionen einen höheren erwarteten Nutzen aus dem Abschluss einer Versicherung als Träger niedrigerer Risiken. Dies führt dazu, dass in einer beliebigen, auf Basis klassischer Tarifierung nicht weiter differenzierbaren Gruppe von Versicherungsnehmern gute Risiken systematisch benachteiligt werden. Umgekehrt tendieren gerade schlechte Risiken (beispielsweise aggressive Autofahrer oder unvorsichtige Transportunternehmer) dazu, umfangreiche Versicherungsdeckungen abzuschließen. Gerade bei nichtobligatorischen Versicherungsarten müssen Versicherer daher damit rechnen, dass gute Risiken schlechter erreichbar sind und unter Umständen ganz auf den Abschluss einer Versicherung verzichten, obwohl eine prinzipielle Nachfrage gegeben wäre. Diese Art von Marktineffizienzen wurde erstmals von Akerlof beschrieben und in der Folge vielfach untersucht [Ak70]. Zwar kann adverse Selektion durch ein möglichst genaues Screening von Versicherungsnehmern vor Vertragsabschluss reduziert werden, jedoch verursacht dieses wiederum Kosten und bringt als Nebeneffekt eine Diskriminierung bestimmter Gruppen mit sich, die ungerechtfertigter Weise auf Grund statistischer Faktoren einer schlechteren Risikoklasse zugeordnet werden [BV05]. Durch PPR Tarifierung wird die individuelle Prämienanpassung erst nach Vertragsabschluss und fortwährend vorgenommen, so dass davon ausgegangen werden kann, dass adverse Selektion weitgehend vermieden wird.

Das moralische Risiko auf der anderen Seite bezieht sich auf das Verhalten von Versicherungsnehmern nach Vertragsabschluss und wurde erstmals von Arrow beschrieben [Ar63]. Sobald ein fixes Prämienmodell vereinbart ist, hat der Versicherungsnehmer kein Interesse mehr, sein Risikoprofil niedrig zu halten oder zu verbessern. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn er keinen oder nur einen geringen eigenen Schaden außerhalb der Versicherungsdeckung zu befürchten hat. In der Vergangenheit haben Versicherer mit Selbstbehalt und Bonus-Programmen (Schadenfreiheitsrabatt) versucht, diesem Umstand Rechnung zu tragen. Hierbei ist allerdings festzustellen, dass die Effekte solcher Maßnahmen nur langfristig ihre Wirkung zeigen und als ex-post Anpassung der Tarifierungsgrundlage eine relativ geringe Auswirkungen auf das Verhalten der Versicherungsnehmer haben. In PPR Tarifmodellen hingegen zieht der Versicherungsnehmer einen unmittelbaren Vorteil aus der Optimierung seines Risikos mit Hinblick auf die gemessenen Risikoinformationen, nämlich eine potentielle Reduktion von Prämienzahlungen.

2.2 Volkswirtschaftlicher Nutzen

Aus volkswirtschaftlicher Perspektive ist zunächst anzumerken, dass die Verbesserung des Risikoverhaltens von Versicherungsnehmern durch Beseitigung der oben beschriebenen Informationsasymmetrien mit sinkenden Schadensummen den allgemeinen Wohlstand erhöht [Ed02]. Darüber hinaus sind aber noch andere Effekte zu erwarten, die über die reine Vermeidung von Schäden hinausgehen. Wird beispielsweise die gefahrene Strecke als Kriterium zur Prämienberechnung in der Motorfahrzeugversicherung verwendet, so kommt dies einer Erhöhung der Mobilitätskosten gleich – da die Kosten pro gefahrenem Kilometer steigen, sinkt die Nachfrage entsprechend der zu erwartenden Preiselastizität [Go04]. Dies hat wiederum Auswirkungen auf CO2-Emissionen und weitere Externalitäten wie Unfallrisiko für andere Verkehrsteilnehmer und Lärmbelästigung [Li97]. Aus diesem Grund gab es in der Vergangenheit von verschiedenen Seiten Forderungen, PPR Modelle für Motorfahrzeuge regulatorisch zu unterstützen.

Ähnliche Überlegungen können auch für die Transportversicherung geltend gemacht werden. Schäden bei Transportgütern sind oft auf unsachgemäße Handhabung, die fehlende Möglichkeit, Verursacher von Schäden im Nachhinein zu bestimmen, und auf schlecht ausgebaute Infrastruktur zurückzuführen. Durch PPR Modelle werden privatwirtschaftliche Akteure zusätzlich motiviert, diesen Problemen entgegen zu wirken und ihre Lieferketten entsprechend zu optimieren, wobei die zur Tarifierung eingesetzten Systeme auch die Prozesstransparenz erhöhen.

3 Umsetzung von Pay-Per-Risk Tarifierungsmodellen

An ubiquitäre Informationssysteme im Versicherungsbereich, welche den beschriebenen Nutzen erbringen sollen, stellen sich besondere Anforderungen. Im Folgenden werden die wichtigsten Aspekte kurz zusammengefasst und anschließend eine PPR Systemarchitektur schematisch skizziert. Zu den Anforderungen gehören:

- **Datenschutz**: Wie bereits oben erwähnt, sind Art und Glaubwürdigkeit der Zugriffskontrolle auf zum Zwecke der Tarifierung erhobenen Daten Voraussetzung für die Akzeptanz bei Privat- und Geschäftskunden gleichermaßen [Tr07]. Dies gilt insbesondere für Positionsdaten, die genaue Rückschlüsse auf den Aufenthaltsort und Bewegungsprofile erlauben.

- **Datenqualität**: Um als Grundlage einer Tarifierung dienen zu können, müssen die generierten Daten eindeutig bestimmten Risikomerkmalen zuordenbar sein und darüber hinaus objektiv und reproduzierbar erhoben werden. Fehler oder Abweichungen würden direkt zu finanziellen Vor- oder Nachteilen von Anbieter und Versicherungsnehmer führen.

- **Manipulationssicherheit**: Aus Perspektive des Versicherungsanbieters ist es essentiell, dass Nutzer die sensorgestützte Datenerfassung nicht manipulieren können und dadurch günstigere Tarife erhalten, als es ihrem individuellen Risiko entspricht. Neben Maßnahmen auf Hardwareebene zählen dazu auch Algorithmen, die gemeldete Risikoindikatoren auf Plausibilität überprüfen und gegebenenfalls Alarm schlagen.

- **Systemintegration**: Um entsprechende Systeme kosteneffizient umzusetzen, müssen diese auf Versicherungsseite in bestehende Systeme eingebunden werden. Dazu gehört beispielsweise die Anpassung vorhandener Datenbanksysteme, um die Aufnahme von Sensorinformationen wie räumlich-zeitlicher Bewegungsmuster aus GPS-Systemen zu ermöglichen [Br03].

- **Prozessanpassung**: Verschiedene Geschäftsprozesse, insbesondere aber die Rechnungsstellung müssen für die Umsetzung variabler Prämienzahlungen angepasst werden, die an die Stelle jährlicher Einmalzahlungen treten. Um die Kundenakzeptanz dieser zusätzlichen Interaktionen zu gewährleisten, müssen kundenseitige Mehrkosten ausgeschlossen und Sicherheit und Einfachheit des Bezahlvorgangs gegeben sein [Po03].

- **Skalierbarkeit**: Um PPR Modelle auf breiter Basis umsetzen zu können, müssen die entsprechenden Systeme kostengünstig und mit einer großen Zahl an Teilnehmern realisierbar sein. Dies umfasst neben geringen Stück- und Betriebskosten auch eine einfach durchführbare Installation und geringen Wartungsaufwand auf Teilnehmerseite.

Eine mögliche generische Referenzarchitektur für PPR Modelle, welche in verschiedenen Versicherungsbereichen unter Einbindung der jeweiligen versicherten Objekte zur Anwendung kommen kann, ist in Abbildung 1 dargestellt: Auf Seite des Versicherungsnehmers ist jedes versicherte Objekt mit einer Sensoreinheit ausgestattet, welche physikalische Messdaten erhebt und verarbeitet. Über einen standardisierten Datenfunk (z.B. GPRS) werden diese Daten in einer zentralen Datenbank gesammelt. Diese kann vom Versicherungsanbieter betrieben werden, zur Reduzierung von Datenschutzbedenken aber auch an Drittanbieter ausgelagert werden. Basierend auf historischen Schadendaten und den gesammelten Sensorinformationen wird mit aktuarischen Methoden ein PPR Tarifierungsmodell entwickelt, welches Messdaten mit Risikoindikatoren verknüpft. Kapitel 4 führt dieses exemplarisch für zwei Versicherungsbereiche aus. Liegt ein entsprechendes Modell vor, können während der Vertragslaufzeit einer Versicherungspolice laufend aktuelle Prämiensetze basierend auf übermittelten Sensordaten berechnet werden. Diese werden schließlich dem Versicherungsnehmer in Rechnung gestellt.

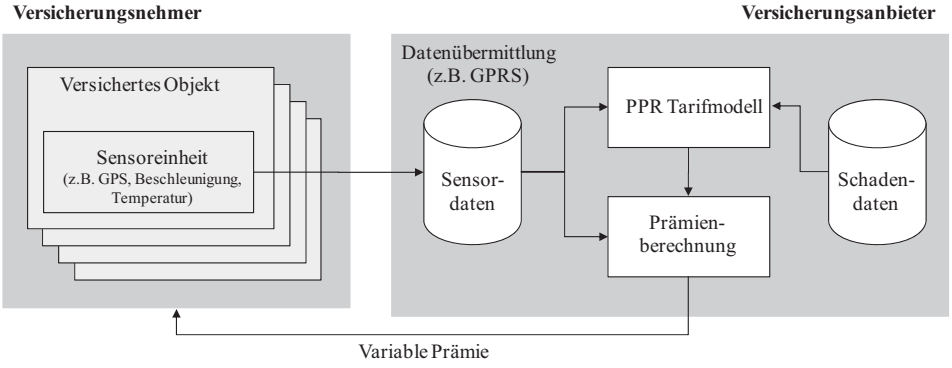


Abbildung 1: Referenzarchitektur zur Umsetzung von PPR Tarifierungsmodellen

4 Beispiele für PPR Datengrundlagen

4.1 PPR basierend auf GPS-Sensoren in der Automobilversicherung

Im ersten, betrachteten Beispiel wird ein PPR Ansatz in der Motorfahrzeugversicherung verfolgt, in dem die Fahrzeuge von Versicherungsnehmern mit einer kombinierten GPS/GSM Einheit ausgestattet werden, welche kontinuierlich aggregierte Positionsdaten übermittelt. Um in diesem Szenario ein Tarifmodell zu entwickeln, wurde ein anonymisierter GPS Datensatz aus Norditalien verwendet, der Fahrdaten von über 1500 Fahrzeugen – darunter auch zahlreiche Fahrzeuge, für die ein Unfall beobachtet wurde – über einen Zeitraum von zwei Jahren enthält. Die Prämisse ist, dass sich Fahrzeuge mit und ohne Unfall hinsichtlich der aufgezeichneten GPS Daten unterscheiden und daher exem-

plarisch eine Tarifberechnung auf Grundlage dieses Datensatzes durchgeführt werden kann [Pa11].

Um Datenübertragungskosten und Anforderungen an Speicherkapazität zu reduzieren, wurden hochaufgelöste einzelne Positionsmessungen bereits auf Ebene der Sensoreinheit in 2000 m Intervallen zu Datenpunkten geringerer Auflösung zusammengefasst. Zusätzlich wurden bei Ein- und Ausschalten der Zündung des Fahrzeugs Datenpunkte generiert. Ein Datenpunkt umfasst eine eindeutige Endgeräteidentifikation, einen aktuellen Zeitpunkt, die geographische Länge und Breite des Aufenthaltsortes des Fahrzeugs zu diesem Zeitpunkt, und die zurückgelegte Strecke und Zeit seit dem letzten übermittelten Datenpunkt. Darüber hinaus wird der bereits genannte Status der Zündung festgehalten und, abhängig von der Position, ein Straßentyp-Indikator generiert, welcher zwischen städtischen, ländlichen und Autobahnabschnitten unterscheidet. Während durch die Aggregation der Rohdaten zwar risikorelevante Informationen verloren gehen, ermöglicht die verbleibende Auflösung dennoch eine relativ genaue Einschätzung des Unfallrisikos, wie weiter unten erläutert wird. Insbesondere wurde die zurückgelegte Distanz bzw. Fahrdauer zwischen zwei Datenpunkten direkt aus den hochaufgelösten Positionsdaten ermittelt, so dass diese Risikoindikatoren in der technisch größtmöglichen Genauigkeit vorliegen. Beide Dimensionen, Distanz und Fahrdauer, sind prinzipiell wichtig, da aus ihrem Quotienten auf die abschnittsbezogene Durchschnittsgeschwindigkeit geschlossen werden kann. Für die Aggregation wurde auf übliche Verfahren für geodätische Distanzbestimmung zurückgegriffen [Ba05].

Zur Validierung und weiteren Aggregation der Daten mit Hinblick auf tarifierungsgeeignete Risikometriken wurden im nächsten Schritt einzelne Datenpunkte zu Fahrten zusammengefasst. Eine Fahrt bezeichnet eine zeitlich geordnete Sequenz von Messpunkten, die in zeitlicher und räumlicher Dimension hinreichend nah beieinander liegen, sodass fehlende Datenpunkte ausgeschlossen werden können. Zwei aufeinanderfolgende Fahrten wurden durch eine zeitliche Begrenzung der Aufenthaltsdauer eines Fahrzeugs an einem Ort innerhalb derselben Fahrt abgegrenzt. Dieser Grenzwert ergänzt die Informationen zum Zündungsstatus eines Fahrzeugs, die ebenfalls Startpunkt und Endpunkt einer Fahrt markieren. Durch diese redundante Definition kann auch in kurzen Fahrpausen mit abgeschalteter Zündung beispielsweise an roten Ampeln eine laufende Fahrt fortgeschrieben werden. Umgekehrt können Anfangs- und Endpunkte von Fahrten anhand des längeren Aufenthaltes an einem Ort auch bei fehlendem Zündungsstatus ermittelt werden. Zusätzlich lassen sich für ermittelte Fahrten weitere Konsistenzchecks durchführen, wie Geschwindigkeit oder Dauert einer Fahrt. Die Zugehörigkeit zu einer als gültig erkannten Fahr dient als Filterkriterium für Datenpunkte: Nicht zuordenbare Datenpunkte wurden im weiteren Verlauf der Analyse entfernt. Für Unfallfahrer wurden schließlich nur diejenigen Datenpunkte berücksichtigt, die im Beobachtungszeitraum vor dem Unfallzeitpunkt lagen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Unfallfahrer nach einem Unfall typischerweise ihr Fahrverhalten verändern und Fahrzeuge weniger nutzen [Ma93].

Basierend auf den aggregierten und validierten Daten wird im Folgenden ein PPR Tarifierungsmodell entwickelt. Dabei wird ein nutzungsbasierter Tarifierungsansatz auf Monatsbasis verfolgt. Abhängig von der monatlichen Fahrleistung wird das Unfallrisiko des Versicherungsnehmers bestimmt und daraus eine variable Prämienkomponente bestimmt. In klassischen Versicherungsverträgen geht die erwartete jährliche distanzbasierte Fahrleistung zwar häufig ein, allerdings ist deren Abschätzung durch den Nutzer oft ungenau und zudem durch den Versicherer nicht überprüfbar, weshalb typischerweise nur eine Unterscheidung auf Grund eines einzigen Grenzwertes verwendet wird, um zwei Klassen zu unterscheiden. Im vorliegenden Datensatz kann aber eine deutlich differenziertere Betrachtung vorgenommen werden. Zudem wird gegenüber einer distanzabhängigen Tarifierung (engl. "Per Mile Premium") [Ed02] hier die Fahrzeit zur Grundlage genommen. Nach Ansicht der Autoren stellt diese auf Grund der zwischen verschiedenen Straßentypen stark unterschiedlichen Distanzen ein geeigneteres Risikomaß dar.

	Monatliche Fahrleistung, obere Intervallgrenze in Stunden										**Total**
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Anteil Unfallfrei	76%	97%	94%	82%	66%	47%	25%	27%	25%	20%	65%
Anteil Unfall	24%	3%	6%	18%	34%	53%	75%	73%	75%	80%	35%
Fälle	1%	10%	21%	18%	14%	10%	11%	8%	5%	3%	100%

Tabelle 1: Prozentuale Verteilung Unfallfahrzeuge und unfallfreie Fahrzeuge nach zeitlicher Fahrleistung. Das mit "10" bezeichnete Intervall beginnt bei null Stunden monatlicher Fahrleistung

Tabelle 1 zeigt wie sich die verschiedenen Fahrergruppen über 10 Klassen hinsichtlich der monatlichen Fahrleistung in Stunden verteilen, wobei die Intervallgrenzen in Schritten zu je 10 Stunden gewählt wurden. Die untere Grenze des ersten Intervalls liegt somit bei 0 Stunden. Die hier untersuchte Stichprobe enthielt keine Fahrzeuge mit mehr als 100 Stunden monatlicher Fahrleistung (entsprechend etwa 3 Stunden täglicher Fahrleistung im Durchschnitt). Insgesamt steigt mit zunehmender Fahrleistung auch das Unfallrisiko, jedoch macht der abschnittsweise Vergleich der beiden Fahrergruppen ersichtlich, dass hinter den Daten ein nicht linearer Zusammenhang steht. Im ersten Intervall ist gegenüber den folgenden drei Intervallen beispielsweise eine erhöhte Unfallhäufigkeit festzustellen. Dies entspricht Erkenntnissen der Unfallforschung im Zusammenhang mit dem sogenannten "low-mileage bias", nachdem Fahrer mit sehr wenig Fahrleistung – typischerweise Fahrer in hohem Alter – höheren Risikogruppen zuzuordnen sind [La08]. Danach steigt das Unfallrisiko annährungsweise linear an, bis zum Niveau von etwa 70 Fahrstunden im Monat, wonach sich ein Plateau im Gruppenverhältnis einstellt. Abbildung 2 visualisiert diesen Verlauf.

Um die Fahrleistung als Risikometrik in klassische Tarifierungsmodelle zu integrieren, werden diese um eine PPR-Komponente ergänzt, die anhand der beschriebenen Daten verschiedene Tarifklassen unterscheidet. Eine Tarifklasse versucht dabei Versicherungsnehmer mit ähnlichem Risiko zusammenzufassen, so dass eine Unterscheidung hinsichtlich der zu zahlenden Prämienhöhe möglich wird. Eine beispielhafte Klasseneinteilung ist ebenfalls in Abbildung 2 dargestellt. Die Tarifklassen I und III entsprechen einem ähnlichen Risiko und könnten daher zu einer Klasse zusammengefasst werden. In der höchsten Tarifklasse V findet sich die größte Bandbreite hinsichtlich der Fahrleistung, ab etwa 65 Stunden im Monat. Problematisch ist die Einteilung entlang der linearen Zunahme (Klassen III und IV) in so fern, als an der Klassengrenze ein abrupter Prämienanstieg resultiert. Hier wäre eine marginale PPR-Tarifierung denkbar, die im entsprechenden Abschnitt mit der Fahrzeit skaliert.

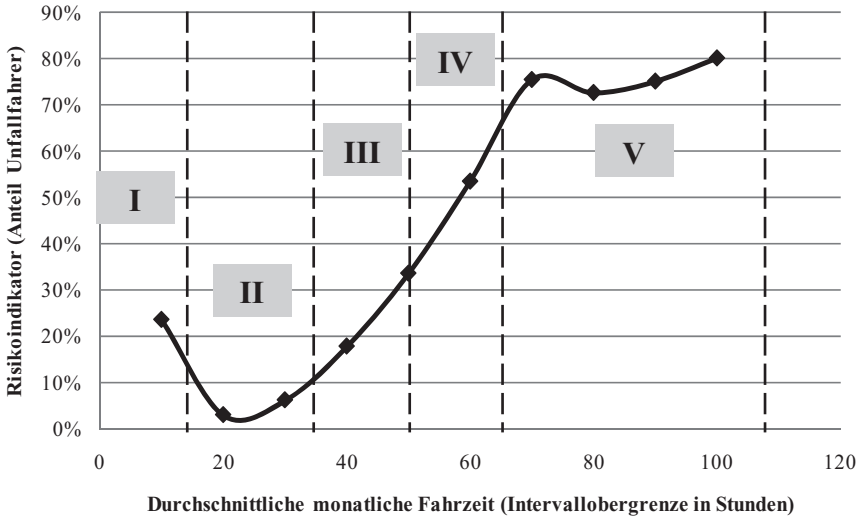


Abbildung 2: Tarifklassenbildung anhand zeitlicher Fahrleistung, quasi-linearer Anstieg im mittleren Segment

4.2 PPR basierend auf Beschleunigungssensoren in der Transportversicherung

Warentransporte als Bindeglied zwischen den global verteilten Beschaffungs- und Absatzmärkten sind einer Vielzahl von Risiken und Gefahren ausgesetzt. Transportschäden können bei den Unternehmen wirtschaftlich zum Beispiel zu Betriebsunterbrechungen oder einer eingeschränkten Lieferfähigkeit führen. Die Folgen sind negative Kettenreaktionen, die die Kosten des ursprünglichen Transportschadens meist weit übersteigen. Vor dem Hintergrund der hohen dynamischen und strukturellen Komplexität von Transport- und Logistikprozessen sind genauere Risikoabschätzungen insbesondere im globalen

Warenverkehr kaum möglich [Pf10]. Transportversicherungen kalkulieren ihre Versicherungsprämien im Transportbereich üblicherweise pauschal als prozentualen Anteil des transportierten Warenumsatzes eines Unternehmens unter Einbezug eines Risikofaktors für die Region, wohin die Waren gesendet werden. Die Transportdauer, das in verschiedenen Abschnitten verwendete Transportmittel oder die Anzahl schadenanfälliger Umschlagsprozesse findet in der bisherigen Tarifierung keine Berücksichtigung, da der Versicherung diese Informationen nicht zugänglich sind.

Gemäß den obigen Ausführungen können ubiquitäre Informationssysteme eine risikobasierte Tarifierung ermöglichen. Dieser Abschnitt beschreibt eine solche Lösung am Beispiel der Tarifierung erschütterungsempfindlicher Transportgüter im globalen Seefrachtverkehr. Erschütterungen sind in der Seefracht mit einem Anteil von 60 Prozent die Hauptursache für Transportschäden [Sk10b] und etwa Dreiviertel aller Waren erreichen bzw. verlassen die Europäische Union auf dem Seeweg [Eu06]. Bezogen auf das Transportvolumen werden weltweit sogar 95 Prozent der Waren über die Seefracht transportiert [Sk10a]. Die im Folgenden beschriebene Lösung ist auch auf andere Verkehrsträger und Schadenursachen übertragbar. Zur Identifikation prämienrelevanter Ereignisse während des Transports müssen die von ubiquitären Informationssystemen ermittelten Sensormesswerte in für das jeweilige Transportprofil unkritische und schadenkritische Belastungen der Transportgüter getrennt werden. Die international verbindliche Rechtsgrundlage zur Sicherung der Transportgüter bei der Beförderung stellen die CTU[1]-Packrichtlinien in ihrer jeweils aktuellen Fassung dar. Die dort zu Grunde gelegten Richtwerte entsprechen den durch das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie ermittelten Beschleunigungen auf Seeschiffen. In schwerer See erreichen diese Beschleunigungswerte maximal 2,5 g im vorderen Bugbereich des Schiffes durch das Abtauchen und Aufschlagen des Schiffes in das Wellental. Folglich wird ein Container mit dem zweieinhalbfachen seines Eigengewichts beschleunigt, was insbesondere in der Ladungssicherung Beachtung findet. Daher wurde dieser Wert wurde im Rahmen des Prämienmodells als Grenze zwischen kritischen und unkritischen Belastungen festgelegt.

Für die variable Prämienkalkulation sind damit Belastungen jenseits des Grenzwerts von Interesse. Im Falle von erschütterungsempfindlichen Waren ermitteln ubiquitäre Informationssysteme über Beschleunigungssensoren die Krafteinwirkung auf Container und Waren in vertikaler, horizontaler und seitlicher Richtung. Die Messung erfolgt im Bereich der Containertüre. Die Lokalisierung der Messwerte erfolgt in diesem Fall über die Ermittlung der GPS-Koordinaten. Die gemesseneren Werte können entweder lokal auf dem Modul gespeichert werden, oder, wie in der obigen Architektur beschrieben, über die Datenkommunikation in engen Zeitintervallen übertragen werden. Letzteres ermöglicht eine Anpassung der Versicherungsprämien sogar während des laufenden Transports.

[1] CTU bezeichnet allgemein eine Beförderungseinheit, z.B. einen Container (engl. Cargo Transport Unit).

Die Abbildung 3 veranschaulicht beispielhaft die ermittelten Beschleunigungswerte eines Seetransports zwischen dem Emirat Katar und dem Hafen in Hamburg. Deutlich im Beschleunigungsprofil wiederzuerkennen sind dabei nicht nur die eigentlichen Verladungen zwischen der Hafenkante und dem Seeschiff, sondern auch die Zwischenlagerungen im Exportlagerraum sowie die unterschiedlichsten Bewegungen im Hafengelände selbst. Für die Transportschäden durch Erschütterungen kritische Beschleunigungen treten insbesondere beim Absetzen des Containers auf. Im Fall des Beispiels ereigneten sich insgesamt 18 kritische Ereignisse, d.h. Beschleunigungen über 2,5 g, in fünf unterschiedlichen Häfen. Reedereien laufen auf dem Seeweg zwischen dem Nahen Osten und Europa je nach Route unterwegs mehrere Häfen an, in denen weitere Fracht geladen wird. Dabei ist es nicht ungewöhnlich, dass Teile der Beladung während der Liegezeit entladen und im Hafen zwischengelagert werden. Nur so kann eine optimale Gewichtsverteilung der Schiffe gewährleistet werden. Da sich mit jedem Auftreten kritischer Beschleunigungen die Wahrscheinlichkeit einer Schädigung der Fracht erhöht, kann die Anzahl registrierter Ereignisse direkt in die Berechnung variabler Prämienkomponenten eingehen.

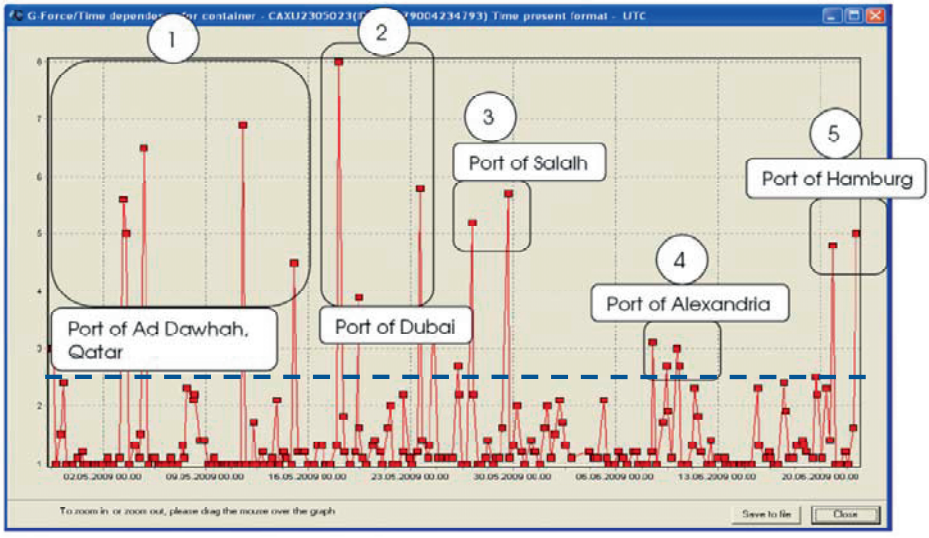


Abbildung 3: Beschleunigungsprofil eines 40-Fuß Containers während des Seetransports

5 Fazit

Unfallfahrer unterscheiden sich von unfallfreien Fahrern maßgeblich in Bezug auf die monatliche Fahrleistung. Durch ubiquitäre Informationssysteme können diese Verhaltensweisen sichtbar und zur Grundlage einer Tarifierung gemacht werden. Es bleibt zu klären, in wie fern diese Ansätze mit bestehenden Tarifierungsmodellen verbunden werden können, um auf vorhandenem Wissen aufzubauen. Die Aufteilung von Prämien in eine fixe und eine variable Komponente kann hierfür ein Ansatz sein. Auf Grund des nicht-lineare Verlauf des Risikoindikators in Abhängigkeit der Fahrleistung muss allerdings einschränkend darauf hingewiesen werden, dass Versicherungsnehmer in der höchsten Tarifklasse neben einer Reduktion der Fahrzeugnutzung selbige auch erhöhen können, um eine effektive Prämienreduktion zu erreichen, was zwar aus Sicht der Versicherung unproblematisch ist, aber die unter 2.2 genannten volkswirtschaftlichen Erwartungen an PPR Modelle nicht erfüllt. Abschließend ist noch erwähnenswert, dass eigentliche Positionsdaten im verfolgten Ansatz nur zur Validierung der Daten verwendet wurden und ein auf Fahrzeit basierendes PPR Modell gegebenenfalls deutlich günstiger umgesetzt werden kann, indem zum Beispiel auf GPS ganz verzichtet wird.

Transportschäden treten überwiegend im Warenumschlag auf, sodass mit relativ einfachen Mitteln eine variable Prämientarifierung eingeführt werden könnte. Im zuvor beschrieben Beispiel ändert sich die Versicherungsprämie je nachdem wie oft beim Container schadenkritische Beschleunigungswerte gemessen wurden. Somit wird letztlich über die variable Prämienkalkulation der Anreiz für den Versicherungsnehmer (z.B. Reederei, Spediteur, Verlader, Empfänger) geschaffen, solche Logistikdienstleistungen zu beziehen, die weniger schadenkritische Ereignisse verursachen. In der Praxis wird so beispielsweise ein aus Transportkostensicht teurer Direktverkehr mit einem Minimum an Umschlagsprozessen auf Seite der Versicherungsprämie günstiger. Betriebswirtschaftlich sinnvoll wird dieses Konzept, sobald die Prämienreduktion und weitere Vorteile aus einer Schadenvermeidung wie Erhöhung der Kundenzufriedenheit oder Produktqualität eine mögliche Erhöhung der Logistikkosten überkompensiert. Dies trifft insbesondere für hochwertige Waren wie z.B. Industriemaschinen zu, deren Versicherungsprämie pro Transport aufgrund der pauschalen Tarifierung im Vergleich zu den Transportkosten vergleichsweise hoch ist.

Aus Sicht der Forschung ergeben sich weiterführende Fragestellungen im Kontext PPR. Neben einer detaillierten Untersuchung der in Kapitel 3 aufgelisteten Anforderungen aus IS Perspektive ist es zur Entwicklung von tragfähigen Lösungen notwendig, versicherungstechnisches Domänenwissen mit Erkenntnissen aus der Gestaltung von Informationssystemen zu verbinden. Eine jeweils isolierte Betrachtung reicht nicht aus, um das Problemfeld vollständig zu erschließen. Dabei ist insbesondere die Verknüpfung von Risikoindikatoren mit Sensordaten ein in der Literatur bisher unterrepräsentiertes Feld. Hier sind in Zukunft entsprechend umfangreiche und genaue Datensätze nötig, um Zusammenhänge erkennen und quantifizieren zu können. Schließlich muss neben dieser analytischen Aufgabe auch die operative Gestaltung von PPR Systemen noch weiter untersucht und Architekturansätze gefunden werden, welche die unter Kapitel 3 formulierten Anforderungen mit technischen Lösungsansätzen adressieren.

Literaturverzeichnis

[Ak70] Akerlof, G.: The Market for “Lemons”: Quality Uncertainty and the Market Mechanism. The Quarterly Journal of Economics. 84, 3, 488 (1970).

[Ar63] Arrow, K.J.: Uncertainty and the welfare economics of medical care. The American economic review. 53, 5, 941–973 (1963).

[Ba05] Banerjee, S.: On geodetic distance computations in spatial modeling. Biometrics. 61, 2, 617-25 (2005).

[Br03] Breunig, M. et al.: Architectures and Implementations of Spatio-temporal Database Management Systems. In: Spatio-temporal Databases, LNCS 2520, pp. 263-318 (2003).

[BV05] Buzzacchi, L., Valletti, T.M.: Strategic Price Discrimination in Compulsory Insurance Markets. The Geneva Risk and Insurance Review. 30, 1, 71-97 (2005).

[Co06] Coroama, V.: The smart tachograph – individual accounting of traffic costs and its implications. Proc. Pervasive 2006, Springer LNCS 3968, 135–152 (2006).

[Ed02] Edlin, A.S.: Per-Mile Premiums for Auto Insurance. Arbeitsbericht (2002).

[Eu06] Eurostat: Extra EU-25 trade in goods by mode of transport. Bericht (2006).

[FD03] Fleisch, E., Dierkes, M.: Ubiquitous Computing aus betriebswirtschaftlicher Sicht. Wirtschaftsinformatik. 45, 611-620 (2003).

[GB10] Gerpott, J, Berg, S.: Pay-As-You-Drive Angebote von Erstversicherern für Privatkunden: Eine betriebswirtschaftliche Analyse. Zeitschrift für die gesamte Versicherungswirtschaft. 3, 1-27 (2011).

[Go04] Goodwin, P. et al.: Elasticities of Road Traffic and Fuel Consumption with Respect to Price and Income: A Review. Transport Reviews. 24, 3, 275-292 (2004).

[Pa11] Paefgen, J. et al.: GPS Trajectory Feature Extraction for Driver Risk Profiling. Workshop on Trajectory Data Mining and Analysis, UbiComp'11, Beijing (2011).

[La08] Langford, J. et al.: In defence of the 'low-mileage bias'. Accident Analysis & Prevention. 40, 6, 1996-1999 (2008).

[Li97] Litman, T.: Distance-based vehicle insurance as a TDM strategy, Transportation Quarterly. 51, 3, 119-138 (1997).

[Ma93] Mayou, R. et al.: Psychiatric consequences of road traffic accidents. British Medical Journal. 307, 6905, 647 (1993).

[Pf10] Pfohl, H.-C. et al.: State of the art in supply chain risk management research: empirical and conceptual findings and a roadmap for the implementation in practice. Logistics Research. 2, 1, 33-44 (2010).

[Po03] Pousttchi, K.: Conditions for Acceptance and Usage of Mobile Payment Procedures. In: mBusiness 2003 - The Second International Conference on Mobile Business, Vienna. 201-210 (2003).

[Sk10a] Skorna, A.C.H. et al.: Design for Business Innovation: Linking the Value Chains of Logistics Service and Cargo Insurance Companies by Designing a Collaborative Service Infrastructure. Proc. Desrist 2010, Springer LNCS 6105, 461-474 (2010).

[Sk10b] Skorna, A.C.H. et al.: Technologiebasiertes Risikomanagement in globalen Transportnetzwerken: Präventionsansätze in der Transportlogistik aus Versicherungsperspektive. Industrie Management. 26, 5, 14-18 (2010).

[Sk10c] Skorna, A.C.H. et al.: Prozessüberwachung und -kontrolle im Facility Management am Beispiel der NFC-basierten Sprinklerwartung. Proc. MMS2010, LNI P-123, 181-187 (2010).

[Tr07] Troncoso, C. et al.: Pripayd: privacy friendly pay-as-you-drive insurance. ACM Workshop on Privacy, WPES 2007. (2007).

Der Mobile Network Enabler als Zukunftsszenario für den Mobilfunkmarkt - strategische und rechtliche Analyse

Yvonne Hufenbach

Forschungsgruppe wi-mobile
Universität Augsburg
Alter Postweg 101
86159 Augsburg
yvonne.hufenbach@wi-mobile.de

Abstract: Vor dem Hintergrund aktueller Entwicklungen im Mobilfunkmarkt, ist eine Zunahme von Network Sharing und Outsourcing zu beobachten. Auf Basis dieser Marktentwicklungen wird mit Hilfe eines erweiterten E^3-value model das Szenario des Mobile Network Enabler entwickelt und strategisch analysiert. Anschließend werden die rechtliche Zulässigkeit des Szenarios in Europa und Deutschland untersucht und Handlungsempfehlungen gegeben.

1 Einleitung

Seit geraumer Zeit werden Mobilfunknetzbetreiber (Mobile Network Operators, MNO) zunehmend mit einer erhöhten Nachfrage nach Datendiensten und einem erhöhten Wettbewerb konfrontiert [Va10]. Den Forderungen der Kunden nach günstigeren Preisen für Datenübertragung und einem qualitativ hochwertigen Mobilfunknetz (Radio Access Network, RAN) stehen hohe Kosten für den Aufbau und die Wartung eines entsprechend leistungsfähigen RAN gegenüber. Dabei betragen die Investitionskosten (Capital Expenditure, CAPEX) für das RAN rund 60-80% der Gesamtkosten und die Betriebskosten (Operational Expenditure, OPEX) rund 20% der laufenden Kosten eines MNO [ZT07]. Vor diesem Hintergrund sind MNO gezwungen, sich stärker auf Kernkompetenzen zu konzentrieren [ZT07], um so eine höhere Flexibilität und schnellere Reaktionsfähigkeit auf Marktveränderungen zu erlangen. Hierzu lagern MNO zunehmend Aktivitäten von beiden Enden der Wertschöpfungskette an andere Unternehmen aus. So werden beispielsweise Vertrieb und Marketing vermehrt von virtuellen Mobilfunkanbietern (Mobile Virtual Network Operators, MVNO), wie etwa ja!mobil der REWE Markt GmbH, übernommen. Den Netzbetrieb hingegen übernehmen Infrastrukturlieferanten wie Nokia Siemens Networks (NSN), Ericsson oder Alcatel-Lucent.

Die Auslagerung von Bau, Betrieb und Wartung des RAN wird als *Network Outsourcing* bezeichnet. Hierdurch kann ein Großteil der CAPEX und OPEX eingespart werden [HW08, BJ02]. Die Sicherstellung der Qualitätsparameter erfolgt über Service Level

Agreements (SLA) [TC07]. In Deutschland betreibt beispielsweise Alcatel-Lucent das RAN für E-Plus. Weitere internationale Beispiele sind Kooperationen zwischen Hutchison 3 und Ericsson in Australien sowie Orange und NSN in England.

Im Bereich des RAN können MNO nicht nur mit Infrastrukturlieferanten, sondern auch untereinander kooperieren. Diese Form der horizontalen Kooperation wird als *Network Sharing* bezeichnet und reicht von der gemeinsamen Nutzung von Standorten und Basisstationen (BTS), Übertragungswegen und weiteren Elementen des Mobilvermittlungsnetzes (Core Network, CN) bis hin zum Frequenz-Pooling [Eu02a, FTL+08]. Durch die Konsolidierung einerseits und der gemeinsamen Infrastruktur- und Ressourcennutzung andererseits können insbesondere Effizienz-, Größen- und Dichtevorteile, Synergieeffekte, Qualitätssteigerungen, ein erhöhter Versorgungsgrad für mobile Datendienste und eine Risikoreduzierung erreicht werden. Dies ermöglicht ein Kostensenkungspotential von durchschnittlich 30% [Oh10]. Diesem stehen jedoch Kosten für Monitoring und SLA entgegen [Sc08]. Trotz der klar erkennbaren wirtschaftlichen Vorteile ist Network Sharing nicht in allen Ländern rechtlich zulässig. Während laut [It10] in über 70 Ländern die gemeinsame Nutzung von Grundstücken, Masten, Antennen, Kabeln und Combinern rechtlich angeordnet ist, ist dies in über 120 Ländern verboten. In Deutschland teilen sich beispielsweise Telefonica O2 und Vodafone passive Elemente, wie etwa Maste oder Kabel. Weitere internationale Beispiele sind Bharti Infratel und Idea Cellular in Indien, Vodafone und Telefonica in Spanien, England, Irland und Tschechien sowie das Gemeinschaftsunternehmen (Joint Venture, JV) Everything Everywhere von T-Mobile und Orange in England.

Aktuell sind zunehmend Kooperationen am Markt erkennbar, die eine *Kombination aus Network Sharing und Outsourcing* darstellen. Durch die Auslagerung des gemeinsamen Netzbetriebes entstehen auf strategischer und wirtschaftlicher Ebene Vorteile für MNO [FTL+08]. Internationale Beispiele für diese Entwicklung sind MBNL, ein JV von T-Mobile und 3 in England, sowie Cornerstone, ein JV von Telefonica O2 und Vodafone in England, die ihren Netzbetrieb an Ericsson ausgelagert haben.

Diese Entwicklungen stellen Regulierungsbehörden vor die Herausforderung, mit den schnell fortschreitenden technischen Entwicklungen Schritt zu halten. In hoch innovativen Märkten wie dem Mobilfunkmarkt, sind Entwicklungen nur schwer zu prognostizieren. Eingriffe in diese können Innovationen verzögern oder sogar verringern [BP08]. Ziel des Beitrages ist die rechtliche Betrachtung der Kombination aus Network Sharing und Outsourcing vor dem Hintergrund der aktuellen Regulierungspolitik. Hierbei wird mit Hilfe eines erweiterten E3-value model ein mögliches Zukunftsszenario (Mobile Network Enabler, MNE) entwickelt und auf seine rechtliche Zulässigkeit in Europa und Deutschland untersucht. Anschließend werden Handlungsempfehlungen für die Regulierungspraxis und MNO abgeleitet.

Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut: Abschnitt 2 beschreibt den Stand der Forschung. Abschnitt 3 entwickelt und analysiert das Szenario des MNE und geht hierzu auf die beteiligten Rollen und Akteure am Markt ein. Abschnitt 4 untersucht daraufhin das MNE-Szenario aus rechtlicher Sicht. Der Beitrag schließt mit einer Diskussion über die Auswirkungen auf Forschung und Praxis sowie einem Ausblick.

2 Stand der Forschung

Während eine Vielzahl von Wissenschaftlern und Praktikern [z. B. Sc09, Gr08, ZT07, Sc08] Network Sharing und Network Outsourcing einzeln untersuchen, existiert kaum Literatur über die Kombination aus beiden [z. B. PH11, CT07]. Die nachfolgende Tab.1 gibt daher einen Überblick über Veröffentlichungen zu wirtschaftlichen, technischen und rechtlichen Aspekten von Network Sharing und Network Outsourcing.

Tabelle 1: Veröffentlichungen zu Network Sharing und Network Outsourcing

Quelle	Beschreibung
[AMB+06]	Betrachtet verschiedene Arten des Network Sharing in Deutschland.
[BWB09]	Untersucht den Wissenstransfer in IT-Outsourcing-Beziehungen und ihren Einfluss auf geteiltes Wissen und die Outsourcing-Performance.
[BHC+10]	Betrachtet wirtschaftliche Aspekte des Network Sharing.
[BJ02]	Untersucht die Kosten für verschiedene Network-Sharing-Szenarien.
[FTL+08]	Betrachtet technische, regulatorische und ökonomische Einflüsse auf Network Sharing und schlägt verschiedene Ansätze und technische Lösungen vor.
[HJM04]	Schlägt einen technischen Rahmen für Network Sharing zwischen MNO und MVNO vor.
[HT06]	Betrachtet Innovationsrisiken durch strategisches Outsourcing.
[JKS04]	Diskutiert verschiedene Lösungen auf welche Art Frequenzen an MNO, die ihr Netz teilen, vergeben werden können.
[KG10]	Untersucht den Einfluss von Outsourcing auf die Wertschöpfungskette und Unternehmensperformance.
[LKW09]	Gibt einen Überblick über IT-Outsourcing in dem Zeitraum von 1990 bis 2009.
[Mc09]	Beschreibt den Einfluss von Transaktionskosten und Ressourcen auf Outsourcing-Strategien anhand von Fallstudien.
[NBF08]	Analysiert den Einfluss von Network Sharing in Multi-Core Architectures.
[PH11]	Untersucht mit Hilfe der Szenarioplanung und des E^3-value model die Weiterentwicklung des Mobilfunkmarktes und neue Geschäftsmodelle für MNO durch Network Sharing und Outsourcing.
[Ru02]	Untersucht Network Sharing im internationalen Vergleich.
[Wo08]	Betrachtet Network Sharing aus rechtlicher Sicht.
[WW06]	Untersucht die Wechselkosten bei IT-Outsourcing

Für die Untersuchung des MNE ist eine Betrachtung der Rolle der Regulierung beim Wandel des Telekommunikationsmarktes (Tk-Marktes) relevant. Hierzu gibt Tab.2 einen Überblick über Veröffentlichungen zur wirtschaftspolitischen und rechtlichen Entwicklung.

Tabelle 2: Veröffentlichungen zum Einfluss der Regulierung auf den Wandel des Tk-Marktes

Quelle	Beschreibung
[Bo06]	Argumentiert, dass sich Regulierer stärker auf Wettbewerbsprozesse und weniger auf hypothetische Ergebnisse eines perfekten Marktes konzentrieren sollten.
[BP08]	Diskutiert die Herausforderungen für die Regulierung aus europäischer Perspektive vor dem Hintergrund der zunehmenden Konvergenz von Sprach- und Datendiensten.
[Ca06a]	Erforscht mögliche technologische Veränderungen im europäischen Tk-Markt und die Effekte auf den Wettbewerb. Vorgeschlagen werden marktbasierte Alternativen oder Ergänzungen zur Regulierung.
[Ca06b] [Go06]	Betrachtet verschiedene Möglichkeiten des Lizenzspektrum-Managements und die Rolle der europäischen Politik hierbei.
[CJ09]	Stellt einen ausführlichen Literaturüberblick über theoretische und empirische Analysen zum Thema Zugangsregulierung im Zeitraum von 1998 bis 2009 zusammen.
[CKC06]	Untersucht die Regulierung von strategischen Allianzen von Tk-Unternehmen.
[CPD06]	Betrachtet technologische Veränderungen des Tk-Marktes in Europa und ihren Einfluss auf den Wettbewerb. Hierbei können Politik und Regulierung durch Nichtregulierung einen positiven Einfluss auf diese Entwicklung nehmen.

Quelle	Beschreibung
[CRM+10]	Zeigt die europäische Regulierungspolitik im Jahre 2010.
[Gr03]	Untersucht die Notwendigkeit einer wettbewerbsrechtlichen Regulierung am Beispiel des deutschen Mobilfunkmarktes.
[GV01]	Analysiert die Effekte der Regulierungspolitik auf die Entwicklung des globalen Mobilfunkmarktes.
[Ha05]	Betrachtet die Spektrum-Allokation aus ökonomischer Sicht.
[KKG+10]	Betrachten CAPEX und Regulierungseingriffe im Bezug auf den Netzzugang in der Mobilfunkindustrie.
[MBW02]	Beschreibt Faktoren, wie Wertschöpfungskette, gemeinsame Ressourcen und Fähigkeiten, rechtliche und ökonomische Gegebenheiten, die zukünftige gemeinsame Strategien und Entwicklungen von MNO beeinflussen.
[Re10]	Betrachtet die wettbewerbsrechtliche Regulierung von Tk-Unternehmen im Hinblick auf die essential facility doctrine.
[St06]	Untersucht Markteinflüsse auf Innovationen und kommt zu dem Schluss, dass die Regulierung Investitionen unterstützen und neue Technologien durch Markteinflüsse bestimmen werden sollten.
[Wa06]	Analysiert die Herausforderung der digitalen Welt und die Notwendigkeit eines neuen Regulierungsparadigmas. Dabei werden die Wechselkosten und die Vorteile einer ex ante Regulierung in Bezug zu einer ex post Wettbewerbsregulierung bewertet.

3 Entwicklung und strategische Analyse des MNE-Szenarios

Für die Entwicklung und strategische Analyse des MNE werden zunächst die hierzu notwendigen Rollen und Wertschöpfungsaktivitäten im Mobilfunkmarkt betrachtet.

3.1 Zukünftige Rollen und Wertschöpfungsaktivitäten

Für die Darstellung von Rollen und Wertschöpfungsaktivitäten eignet sich besonders die Wertflussanalyse. Diese basiert auf der Kostenflussanalyse und betrachtet Wertschöpfung, Ergebnis und Rendite eines Prozesses [BDS+10]. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Definition, Ableitung und Analyse der Beziehungen in Interorganisationssystemen [NB96]. Die entsprechende Modellierungsmethode basiert auf dem E^3-value model, einer konzeptionellen Methode zur Beschreibung von Geschäftsmodellen [GA00]. Aufgrund der zunehmenden Entbündelung der Wertschöpfungskette ist eine klare Zuordnung von Wertschöpfungsaktivitäten zu Akteuren nicht immer möglich. Vielmehr zeichnet sich der derzeitige Mobilfunkmarkt durch ein komplexes System von Rollen aus, die in unterschiedlicher Kombination von wechselnden Akteuren ausgeführt werden können [PH11]. Aus diesem Grund, ist das E^3-value model um ein Rollenkonzept zu erweitern. Hierzu folgt der Beitrag der Darstellung von [Po08], wonach Aktivitäten Rollen und Rollen Akteuren zugeordnet werden. Dabei wird zunächst ein Modell auf Rollenebene erstellt. Anschließend werden Akteure zur Analyse verschiedener Marktkonstellationen eingezeichnet. Die verwendeten Modellierungsprimitive sind in Abb. 1 dargestellt.

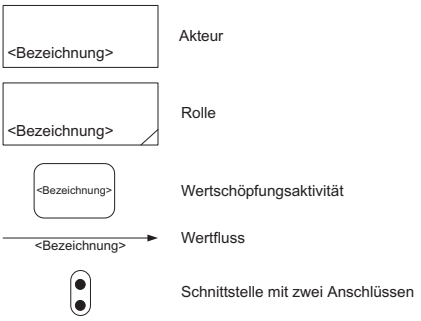


Abbildung 1: Modellierungsprimitive

Die im nachfolgenden beschriebenen Rollen *Lizenzinhaber*, *RAN Operator*, *CN Operator* und *Mobile Service Provider (MSP)* bilden zusammengefasst den Kern eines „klassischen" MNO mit unmittelbarer eigener Endkundenbeziehung [PH11]. Der Erwerb und die Ausübung der Mobilfunklizenz im rechtlichen Sinne erfolgt durch den *Lizenzinhaber* [Me03]. Dieser übernimmt die strategische Planung des RAN [We06]. Eine Refinanzierung der Lizenzkosten erfolgt durch die Verwertung der selbigen. Den technischen Betrieb des RAN und die technische Kommunikation auf der Luftschnittstelle führt der *RAN Operator* durch. Die hierfür notwendige Hard- und Software erbringen *Infrastrukturlieferanten*, die ihre Erlöse aus der Lieferung und Wartung technischer Komponenten erzielen. Den Betrieb des CN und die logische Kommunikation auf der Luftschnittstelle führt der *CN Operator* durch. Hierdurch trägt er neben dem RAN Operator die wesentlichen CAPEX und OPEX für die technische Realisierung. Die Vermarktung von Mobilfunkdiensten im eigenen Namen und auf eigene Rechnung erfolgt wiederum durch den *MSP*. Dieser übernimmt Kundenservice, Buchhaltung und Fakturierung.

Auf Basis der Rollen wird nachfolgend das MNE-Szenario entwickelt, indem die identifizierten Rollen zu einem Wertschöpfungsnetz zusammengesetzt und Akteure Rollen zugeordnet werden. Aus Platzgründen werden die Rollen mit ihren Aktivitäten zusammen mit der Zuordnung der Akteure in Abb. 2 dargestellt. Eine ausführliche Darstellung des Referenzmodells für die Rollen des MNO der Zukunft findet sich in [PH11].

3.2 Ausprägungen des MNE

Das MNE-Szenario (Abb. 2) ist durch eine Kombination aus Network Sharing und Network Outsourcing gekennzeichnet. Dabei kommt es zu einer Trennung der Rollen Lizenzinhaber und RAN Operator, die klassisch bisher beide vom MNO ausgeführt wurden. Während durch diese Kombination für die Rolle des RAN Operators und des Infrastrukturlieferantens ein neuartiger Akteur, der MNE, entsteht, verbleibt die Rolle des Lizenzinhabers beim Akteur MNO [PH11].

Die Rolle des MNE kann von verschiedenen Akteuren wahrgenommen und unterschiedlich ausgestaltet werden. Hierbei existieren theoretisch verschiedene Optionen, von denen nachfolgend drei erläutert werden.

In *Option 1 (MNO als MNE)* übernimmt ein MNO eines Landes den operativen Betrieb aller RAN. Dies ist der MNO mit der meisten Erfahrung im Netzbetrieb, der besten Netzabdeckung und -qualität sowie dem erfahrensten Personal. Die Kernkompetenz dieses MNO besteht im Netzbetrieb und der Verteilung der Ressourcen. Die verbleibenden MNO agieren wie MVNO und konzentrieren sich auf den Wiederverkauf von Mobilfunkleistungen (Resale) an B2B- und B2C-Kunden. Hierdurch können Ressourcen geschaffen werden, um neue Dienste zu entwickeln und zu vermarkten. Diese Option erfordert ein hohes Vertrauen der netzauslagernden MNO zum MNE, komplexe Verträge im Hinblick auf Due Diligence und SLA sowie Transaktions- und Wechselkosten.

In *Option 2 (JV als MNE)* übernimmt ein rechtlich unabhängiges JV aus allen MNO eines Landes den gemeinsamen Netzbetrieb. An diesem sind alle MNO mit ihrem Kapital und ihren einzeln erworbenen Mobilfunklizenzen beteiligt. Diese Option birgt jedoch das Risiko von unterschiedlichen Interessen und Strategien der einzelnen MNO sowie hohe Transaktions- und Wechselkosten für Verhandlungen und SLA.

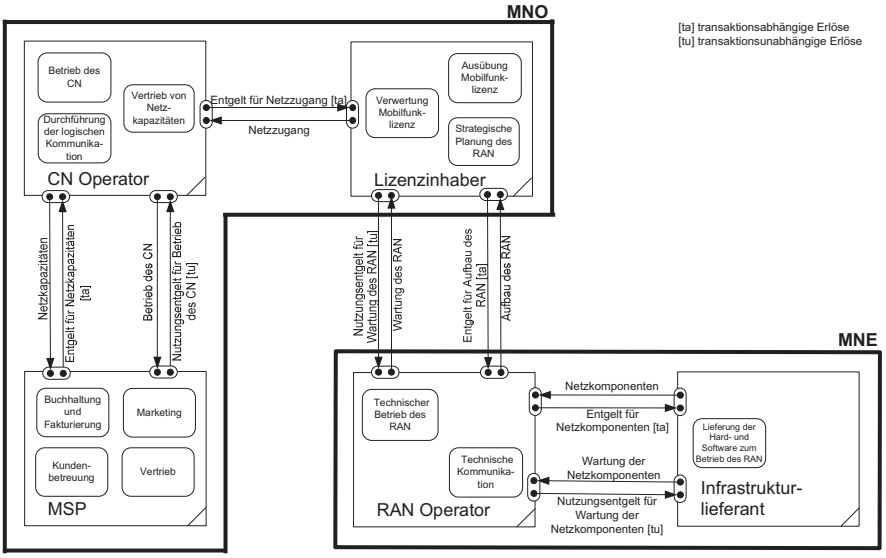


Abbildung 2: MNE

In *Option 3 (Infrastrukturlieferant als MNE)* übernimmt die Rolle des MNE ein Infrastrukturlieferant und betreibt für alle MNO die jeweiligen RAN als ein Gesamtnetz. Der Vorteil liegt in der Konzentration auf die Kernkompetenzen aller Parteien. Infrastrukturlieferanten haben das notwendige Know-how im Aufbau und Betrieb des RAN und erzielen leichter Skalenerträge und Effizienzgewinne. Darüber hinaus werden sie als neutrale Instanz wahrgenommen, wodurch Transaktionskosten verringert und das Principle-Agent-Problem vermieden werden kann. Zudem können wettbewerbsrelevante Daten der einzelnen MNO, wie Kundendaten und Dienste-spezifische Konfigurationen, wirksamer geschützt werden [FTL+08].

Bei allen drei Optionen werden die OPEX für das RAN zwischen den netzauslagernden MNO geteilt. Durch die Kombination aus Network Sharing und Network Outsourcing können so bis zu 36,6% der OPEX eingespart werden [FTL+08].

4 Rechtliche Analyse des MNE-Szenarios

Nachfolgend wird das MNE-Szenario aus rechtlicher Sicht betrachtet. Hierzu wird zunächst die rechtliche Einordnung der einzelnen Akteure untersucht. Anschließend werden die rechtlichen Voraussetzungen in Europa und Deutschland betrachtet.

4.1 Rechtliche Einordnung

Der Begriff des Betreibers eines Tk-Netzes war als *Netzbetreiber* im Telekommunikationsgesetz (TKG) von 1996 legaldefiniert. Demzufolge handelte es sich um einen Betreiber öffentlicher TK-Netze, wenn dieser die tatsächliche und rechtliche Funktionsherrschaft über das betreffende öffentliche Tk-Netz ausübt [SB00]. Nach aktuellem TKG[1] ist die Funktionsherrschaft zwar nicht mehr gesetzlich vorgeschrieben, wird aber weiterhin als hinreichende Bedingung für die Betreibereigenschaft gesehen [PA06].

Bei der *Funktionsherrschaft* handelt es sich um ein ungeschriebenes Ordnungsprinzip, bei dem es nicht darauf ankommt, ob der Betreiber auch Eigentümer des Tk-Netzes ist. Entscheidend ist vielmehr, ob der Netzbetreiber derjenige ist, der entscheidet, ob die betreffenden Systeme ein- oder ausgeschaltet sind [SB00]. Nach [He08] besitzt derjenige die Funktionsherrschaft, der selbstständig „über das Ob und Wie des Netzbetriebes entscheidet und ein eigenes Interesse an der bestimmungsgemäßen Nutzung des Netzes hat“. Gegen die Funktionsherrschaft spricht nicht, dass Unternehmen auf die Vorleistung Dritter angewiesen sind. Relevant ist hingegen, dass das Unternehmen die rechtliche und tatsächliche Kontrolle über die logisch getrennten Kapazitäten ausüben kann [KN01a].

Im MNE-Szenario betreibt der MNE das RAN für alle MNO in einem Land. Dabei entscheidet der MNE über das „Ob und Wie des Netzbetriebes“ und verfügt über die Planungshoheit und folglich über die tatsächliche Funktionsherrschaft. Die rechtliche Funktionsherrschaft verbleibt jedoch bei den das RAN auslagernden MNO. Zudem verfügen die einzelnen MNO über die rechtliche und tatsächliche Funktionsherrschaft des CN. Der MNO agiert dabei wie ein MVNO [vgl. Bu08b]. Folglich sind sowohl MNE als auch MNO Betreiber öffentlicher Tk-Netze. Im Folgenden wird nun die rechtliche Zulässigkeit des MNE-Szenarios aus europa- sowie telekommunikations- und wettbewerbsrechtlicher Perspektive betrachtet.

[1] Telekommunikationsgesetz vom 22. Juni 2004 (BGBl. I S. 1190), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 24.März 2011 (BGBl. I S. 506).

4.2 Rechtliche Zulässigkeit

Im Idealfall handelt es sich bei Network-Sharing-Vereinbarungen um Verträge privatrechtlicher Natur, in die öffentlich-rechtliche Rahmenbedingungen und Regulierungsanordnungen nur gestaltend einwirken. Diese entstammen in erster Linie den Lizenzen für Global System for Mobile Communications (GSM), Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) und Long Term Evolution (LTE) [Wo08]. Zudem unterliegen Kooperationen von MNO dem Europarecht und dem jeweiligen nationalen Wettbewerbs- und Telekommunikationsrecht, welche nachfolgend untersucht werden.

4.3 Europarecht

Die Europäische Kommission (European Commission, EC) befürwortet seit langem die gemeinsame Infrastrukturnutzung durch MNO [Eu01, Eu10] und hat deren Bedeutung im Mobilfunk-Grünbuch hervorgehoben [Eu94]. Hierzu hat die EC in mehreren Entscheidungen dargelegt, in welchem Umfang MNO im Bereich des RAN miteinander kooperieren dürfen. Demnach ist die gemeinsame Nutzung von Grundstücken, Masten, Antennen, Kabeln, Site Support Cabinets (SSC) und logisch getrennten Node B und Radio Network Controller (RNC) unter gewissen Voraussetzungen erlaubt. Hierzu zählen die unabhängige Nutzung des RNC- oder Node B-Managements durch die Lizenzinhaber, kein Austausch von Kundendaten, die Teilung von Betrieb und Wartung sowie keine regionale Aufteilung der Versorgungsgebiete, die eine Überlappung der Netze und Versorgungsgebiete ausschließt [Eu02a, Eu02b]. Zudem müssen MNO Netzparameter, die den Service und die Netzqualität betreffen, individuell kontrollieren [MBW02].

Trotz der Entscheidungen der EC, müssen MNO dem Tk- und Wettbewerbsrecht ihres eigenen Landes folgen, das die Richtlinien der EC individuell in nationales Recht umsetzt [Eu01]. Aus diesem Grund haben Regulierungsbehörden in Europa unterschiedliche Regulierungen zur Zusammenschaltung von Netzen und zur Kooperation von MNO verhängt. Während z. B. in Schweden und Großbritannien Frequenz-Pooling möglich ist, wurde dies in anderen Ländern wie Österreich und Griechenland untersagt [Ru02]. Nachfolgend werden telekommunikationsrechtliche Regelungen hierzu betrachtet.

4.4 Deutsches Telekommunikationsrecht

Gemäß § 1 TKG ist die Bundesnetzagentur (BNetzA) zur Förderung des Wettbewerbs in den Bereichen der Tk und leistungsfähiger Tk-Infrastrukturen durch technologieneutrale Regulierung verpflichtet. Die gemeinsame Nutzung von Infrastrukturen und Frequenzen richtet sich nach den Regulierungszielen des § 2 Abs. 2 TKG, wonach die effiziente Frequenznutzung sicherzustellen, Infrastrukturinvestitionen zu fördern und Innovationen zu unterstützen sind. Kooperationen von MNO stehen daher zwischen dem Regulierungsziel der Förderung des Infrastrukturwettbewerbs und der Förderung effizienter Infrastrukturinvestitionen [MS04]. Die BNetzA hat in bisherigen Entscheidungen über die Zulässigkeit von Netzkooperationen vor allem auf zwei Merkmale abgestellt: Funktionsherrschaft (vgl. Abschnitt 4.1) und wettbewerbliche Unabhängigkeit [Bu10, Re00].

Im Rahmen der Funktionsherrschaft kann eine Änderung der Eigentumsverhältnisse oder der rechtlichen Kontrolle für die Änderung der Frequenzzuteilung nach § 55 Abs. 6 TKG oder den Widerruf der Frequenz nach § 63 Abs. 2 Nr. 4 TKG relevant sein, soweit eine Verzerrung des Wettbewerbs zu erwarten ist oder das Regulierungsziel der Sicherstellung einer effizienten und störungsfreien Nutzung von Frequenzen nach § 2 Abs. 2 Nr. 7 TKG gefährdet ist [Bu10].

Das Konzept der *wettbewerblichen Unabhängigkeit* ist, wie die Funktionsherrschaft, nicht legaldefiniert und wurde erstmals in der UMTS-Musterlizenz erwähnt [KN01b]. Die Ziele der Förderung des Dienste- und Infrastrukturwettbewerbs (§ 2 Abs. 2 Nr. 2 und 3 TKG) sollen durch die Vergabe von exklusiven Rechten zum Betrieb einer bestimmten Technologie innerhalb eines bestimmten Frequenzbandes und der Auferlegung einer Versorgungsverpflichtung erreicht werden [Bu10]. Hierzu zählen der Aufbau von aktiven und passiven Elementen des RAN (Teil C Ziff. 2 UMTS-Musterlizenz). Dies wird aus der beschränkten Lizenzanzahl und dem Regulierungsziel der Sicherstellung eines chancengleichen und funktionsfähigen Wettbewerbs abgeleitet [KN01b]. In der Stellungnahme der BNetzA zu den UMTS-Vergabebedingungen wird darauf hingewiesen, dass die Erfüllung der Versorgungspflicht nur durch Aufbau eines Netzes mit selbst betriebenen Übertragungswegen erfolgen kann [Bu00, KN01a]. Den Lizenzinhabern stehen jedoch zur Erfüllung ihrer Versorgungsauflagen Gestaltungsspielräume zur Verfügung, die einen schnellen und effizienten Netzaufbau ermöglichen [Bu00, Bu09a]. Im Rahmen der Bewerbung um die UMTS-Lizenzen war sogar die Möglichkeit der Bildung von Konsortien ausdrücklich eingeräumt und in verschiedenen Stellungnahmen befürwortet die BNetzA den Betrieb gemeinsamer Infrastrukturen und die Überlassung von Frequenzen im Rahmen der regulatorischen und wettbewerbsrechtlichen Zulässigkeit. Hierzu hat die BNetzA regulatorische Grundsätze zum Infrastruktur-Sharing erstellt [Bu10]. Darüber hinaus sollen verzichtbare Beschränkungen abgebaut und für die Technologie- und Dienste-neutrale Nutzung des drahtlosen Netzzugangs die Flexibilisierung bestimmter Frequenzbereiche vorangetrieben werden [Bu09b]. Aufgrund der knappen Frequenzressourcen gilt weiterhin der Grundsatz der wettbewerblichen Unabhängigkeit, wonach die Frequenzzuteilung an „von einander wettbewerblich unabhängige Unternehmen“ erfolgt [Bu09a, Bu08a]. Eine gemeinsame Nutzung von Frequenzressourcen ist demnach prinzipiell gesetzlich vorgesehen, tangiert aber im Bereich knapper Ressourcen den Grundsatz der wettbewerblichen Unabhängigkeit der MNO. Sofern diese nicht gefährdet wird und der Infrastrukturwettbewerb gewährleistet ist, ist die Nutzung der folgenden Netzbestandteile zulässig [Bu05, Bu10]:

- Grundstücke, Masten, Antennen, Kabel und Combiner (Site Sharing)
- SSC mit physikalisch getrennten BTS (SSC-Sharing)
- Logisch getrennte BTS (Node B und RNC) in einer gemeinsamen physikalischen Einheit (RAN-Sharing).

Die wettbewerbliche Unabhängigkeit wird gewährleistet durch [Bu05, Bu10]:

- unabhängige Steuerung der Node B/RNC (kein Frequenzpooling),
- Betrieb eigener MSC,
- Trennung der „Operation and Maintenance Center" (OMC),
- Gewährleistung der eigenen Planungshoheit (z. B. Errichtung von BTS),
- kein Austausch von wettbewerbsrelevanten Daten,
- keine regionale Aufteilung der Versorgungsgebiete, die eine Überlappung der Netze und Versorgungsgebiete ausschließt.

Darüber hinausgehende Kooperationen bedürfen der Einzelfallprüfungen durch die BNetzA und die zuständige Kartellbehörde. Hierbei hat eine Abwägung der Regulierungsziele des § 2 Abs. 2 TKG (z. B. zügige Versorgung von ländlichen Gebieten mit Breitband) und der wettbewerblichen Unabhängigkeit zu erfolgen [Bu10].

Bei dem MNE-Szenario handelt es sich um ein Full-Sharing-Agreement [vgl. FTL+08], bei dem jeder MNO sein eigenes MSC, HLR und Authentifizierungs- und Abrechnungssystem betreibt, wodurch wettbewerbsrelevante Daten nicht ausgetauscht werden. Zudem findet keine regionale Aufteilung der Versorgungsgebiete statt. Der MNE hingegen übernimmt die Steuerung der Node B und RNC, den Betrieb des OMC und die Planungshoheit für das RAN der kooperierenden MNO, wodurch das Merkmal der wettbewerblichen Unabhängigkeit nach aktuellem Recht nicht gewährleistet ist. Diese Kooperation bedarf folglich der Einzelfallprüfung durch die BNetzA und zuständige Kartellbehörde. Nachfolgend wird daher die Zulässigkeit von Network Sharing im Allgemeinen und des MNE-Szenarios im Besonderen aus wettbewerbsrechtlicher Sicht betrachtet.

4.5 Deutsches Wettbewerbsrecht

Kartellrechtlich unzulässige Wettbewerbsbeeinträchtigung i.S.d. § 1 GWB sind Vereinbarungen zwischen Unternehmen, Beschlüsse von Unternehmensverbindungen und aufeinander abgestimmte Verhaltensweisen, die eine Verhinderung, Einschränkung oder Verfälschung des Wettbewerbs bezwecken oder bewirken. Entsprechende Regelungen auf europäischer Ebene finden sich in Art. 81 und 82 EG[2]. Art. 81 EG beinhaltet Regeln zu Gemeinschaftsunternehmen und wurde vom deutschen Gesetzgeber in § 2 GWB[3] umgesetzt. Art. 82 EGV reguliert den Missbrauch durch Unternehmen mit beträchtlicher Marktmacht (Significant Market Power, SMP) und wurde vom deutschen Gesetzgeber in § 19 GWB umgesetzt. Für die Anwendung von Art. 81 EGV im Rahmen von horizontalen Kooperationen hat die EC Leitlinien veröffentlicht, die einen analytischen Rahmen zur Analyse des wirtschaftlichen Kontextes von horizontalen Kooperationen, wie SMP und Marktstruktur, darstellt. Horizontale Kooperationen können in den Bereichen R&D,

[2] Vertrag zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft) in der Fassung v. 02.10.1997, zuletzt geändert durch den Vertrag über den Beitritt der Republik Bulgarien und Rumäniens zur Europäischen Union vom 25.4.2005 (ABl. EG Nr. L 157/11) m.W.v. 1.1.2007.

[3] Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen in der Fassung der Bekanntmachung v. 15. Juli 2005 (BGBl. I S. 2114; 2009 I S. 3850), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 26. Juli 2011 (BGBl. I S. 1554).

Produktion, Einkauf oder Vertrieb entstehen [Eu91]. Diese können einerseits zu Wettbewerbsproblemen, wie Preisabsprachen, und andererseits zu substanziellen wirtschaftlichen Vorteilen, wie Risikoteilung und Kostenreduzierung, führen [CKC06].

Für die Freistellung vom Kartellverbot verlangt Art. 81 Abs. 3 EG bzw. § 2 Abs. 1 GWB, dass die wettbewerbsbeschränkende Vereinbarung zur Verbesserung der Warenerzeugung oder -verteilung oder zur Förderung des technischen oder wirtschaftlichen Fortschritts beiträgt. Hierbei sind insbesondere Effizienzgewinne, objektiv spürbare Vorteile und eine Steigerung der gesamtgesellschaftlichen Wohlfahrt geltend zu machen. Dabei ist eine kausale Verbindung zwischen Vereinbarung und geltend gemachten Vorteilen nachzuweisen [El07]. Die EC hat Vereinbarungen im Tk-Sektor, z. B. zur Erbringung neuer oder verbesserter Tk-Dienste, bereits wiederholt mit Hinweis auf die positiven gesamtwirtschaftlichen Effekte freigestellt [vgl. Eu96, Eu97, Eu03a, Eu03b]. Während die relevante Verbraucherbeteiligung zumeist unproblematisch ist, bereiten die Unerlässlichkeit der Vereinbarung und die drohende Ausschaltung des Restwettbewerbs oft Probleme [El07]. Die Unerlässlichkeit der Vereinbarung wurde meist mit dem Hinweis auf die technischen Besonderheiten und die hohen CAPEX begründet, wobei Freistellungen regelmäßig Bedingungen unterlagen [vgl. Eu96, Eu97]. So wurden 2003 wettbewerbsbeschränkende Vereinbarungen von MNO in Großbritannien und in Deutschland vom Kartellverbot freigestellt (vgl. Abschnitt 4.2.1). Nach Ansicht der EC führt die Einräumung der Nutzungsbefugnis für die RAN der jeweils anderen MNO zu einem weiteren Erfassungsbereich der Netze, einer besseren Dienstequalität und höheren Übertragungsgeschwindigkeiten. Die Vereinbarung verstärke zudem den Wettbewerb zwischen MNO, wodurch diese veranlasst werden, neue, erweiterte Dienstleistungen anzubieten und Gebühren für Verbraucher zu senken [Eu03a, Eu03b].

Um die Zustimmung zum MNE-Szenario von den Regulierungsbehörden zu erhalten, sollten MNO die Vorteile, die für Verbraucher, Gesamtwirtschaft und Umwelt durch die Optimierung der Netzkapazitäten und -kosten entstehen, hervorheben. Nach heutigem Rechtsstand müssen folgende Punkte gewährleistet werden:

- Sicherstellung eines ausreichenden Maßes an Wettbewerb [ZT07],
- Vermeidung des Austausches wettbewerblich relevanter Informationen über das zur Kooperation notwendige Maß hinaus [KN01b],
- Einhaltung der lizenzrechtlichen Bedingungen (z. B. Netzabdeckung) [Bu01],
- Vermeidung einer marktmachtbeherrschenden Stellung, bei dem das JV als voll funktionsfähige, eigenständige wirtschaftliche Einheit betrachtet wird [ZT07],
- Sicherstellung der individuellen Funktionsherrschaft der MNO [KN01b],
- Vermeidung eines Ausschließlichkeitsanspruchs und einer Beschränkung der beteiligten MNO auf die gemeinsam genutzte Infrastruktur [KN01b].

Nichtsdestotrotz kann bei Vorliegen dieser Tatsachen nicht pauschal von einer Zulässigkeit des MNE-Szenarios ausgegangen werden. Hierbei kann ein auf Antrag freizustellendes Rationalisierungskartell (§ 5 Abs. 1 GWB) in Frage kommen, bei dem gemeinschaftrechtliche Wertungen in die Abwägung zwischen dem an die Endkunden weitergegebenen Rationalisierungserfolg und der durch die Zusammenarbeit bewirkten Wettbewerbsbeeinträchtigung zu beachten sind [KN01b].

5 Zusammenfassung und Ausblick

Vor dem Hintergrund der Zunahme von Network-Sharing- und -Outsourcing-Vereinbarungen wurde mithilfe eines erweiterten E^3-value model das MNE-Szenario entwickelt und anhand von drei möglichen Ausprägungen näher analysiert. Die Zulässigkeit dieses Szenarios wurde aus europa-, telekommunikations- und wettbewerbsrechtlicher Sicht untersucht. Im Ergebnis sind ohne die Zustimmung der BNetzA und Kartellrechtsbehörde folgende Infrastrukturkooperationen möglich soweit die wettbewerbsrechtliche Unabhängigkeit der beteiligten MNO gewährleistet ist: Site Sharing, SSC-Sharing und RAN-Sharing. Das MNE-Szenario geht jedoch über diese Formen der Kooperation hinaus, indem der MNE die Steuerung der Node B und RNC, den Betrieb des OMC und die Planungshoheit für das gemeinsame RAN der kooperierenden MNO übernimmt. Hierdurch ist die wettbewerbsrelevante Unabhängigkeit nach heutigem Recht nicht gewährleistet. Das MNE-Szenario bedarf folglich der Einzelfallprüfung durch die BNetzA und zuständige Kartellbehörde. Diese nimmt eine Abwägung der Förderung des Dienstewettbewerbs einerseits, und dem Abbau des Netzwettbewerbs andererseits vor. Um die Zustimmung der Regulierungsbehörden zu erhalten, sollten MNO Vorteile, die für Verbraucher, Gesamtwirtschaft und Umwelt durch die Optimierung der Netzkapazitäten und -kosten entstehen, hervorheben und ein Rationalisierungskartell beantragen.

Vor dem Hintergrund der aktuellen Marktentwicklungen müssen jedoch nicht nur MNO, sondern auch Regulierungs- und Kartellrechtsbehörden in gleichem Maße mit dem technischen Fortschritt mithalten. Die Ziele der Regulierung sollten sich daher darauf konzentrieren ein stabiles und vorhersehbares wirtschaftliches Umfeld zu schaffen, in dem MNO CAPEX und OPEX reduzieren sowie innovative kostengünstige Mobilfunkdienste für Verbraucher entwickeln können.

Literaturverzeichnis

[AMB+06] AlQahtani, S.A.; Mahmoud, A.S.; Baroudi, U.; Sheikh, A.U.: A Study on Network Sharing and Radio Resource Management in 3G and Beyond Mobiles Wireless Networks Supporting Heterogeneous Traffic. In: 2nd Int. Conf. on ICTTA, IEEE, Damascus, 2006.

[BDS+10] Besanko, D.; Dranove, D.; Shanley, M.; Schaefer, S.: Economics of Strategy. 5. Aufl., Wiley, Evanston, 2010.

[BHC+10] Berkers, F.; Hendrix, G.; Chatzicharistou, I.; de Haas, T.; Hamera, D.: To Share Or Not To Share? Business aspects of network sharing for Mobile Network Operators. In: Proc. 14th Conf. on ICIN, IEEE, Berlin, 2010; S. 1-9.

[BJ02] Bartlett, A.; Jackson, N.N.: Network planning considerations for network sharing in UMTS. In: Proc. 3th Int. Conf. on 3G mobile communication technologies. IEEE, London, 2002; S. 17–21.

[Bo06] Booth, P.: Processes und institutions: new perspectives on policymaking und regulatory authorities. In: Communications: the next decade, a collection of essays prepared for the UK Ofcom, Ofcom, London, 2006;.S. 275-285.

[BP08] Bijl de, P.W.J.; Peitz, M.: Innovation, convergence and the role of regulation in the Netherlands and beyond, CPB Discussion Paper No 108, 2008.

[Bu00] Bundesnetzagentur: Entscheidung der Präsidentenkammer v. 23.2.2000, Vfg. 14/2004, ABl. RegTP 4/2000, Bonn, 2000.

[Bu01] Bundesnetzagentur: UMTS - Infrastruktursharing. www.bundesnetzagentur.de/cln_1912/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2001/010605UMTS-Scharing.html. Abruf am 2011-09-19, Bonn, 2001.

[Bu05] Bundesnetzagentur: Thesenpaper Infrastruktur-Sharing. www.bundesnetzagentur.de/cln_1912/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/RegulierungTelekommunikation/Frequenzordnung/OeffentlicherMobilfunk/UMTS/ThesenpapierD_Basepage.html. Abruf am 2011-09-19, Bonn, 2005.

[Bu08a] Bundesnetzagentur: Entscheidung der Präsidentenkammer v. 07.04.2008, BK 1-07/003, Vfg. 34/2008, ABl. BNetzA 07/2008, Bonn, 2008.

[Bu08b] Bundesnetzagentur: Regulierungsverfügung – „MVNO-Terminierungsleistungen“, 2. Konsultationsentwurf vom 11.02.2008, BK 3b-08/130, Bonn, 2008.

[Bu09a] Bundesnetzagentur: Entscheidung der Präsidentenkammer v. 12.10.2009, BK 1a-09/002, Vfg. 59/2009, ABl. BNetzA 20/2009, Bonn, 2009.

[Bu09b] Bundesnetzagentur: Entwurf einer Entscheidung der Präsidentenkammer, BK 1a-09/001, Vfg. 58/2009, ABl. BNetzA 20/2009, Bonn, 2009.

[Bu10] Bundesnetzagentur: Thesenpapier - Gemeinsame Nutzung von Funknetzinfrastrukturen und Frequenzressourcen, http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downoads/DE/BNetzA/Sachgebiete/Telekommunikation/Regulierung/Frequenzordnung/OeffentlicherMobilfunk/InfrastrukturSharing/InfrastrukturSharing.pdf?__blob=publicationFile, Abruf am 2011-09-19, Bonn, 2010.

[BWB09] Blumenberg, S.; Wagner, H.T.; Beimborn, D.: Knowledge transfer processes in IT outsourcing relationships and their impact on shared knowledge and outsourcing performance. In: IJIM 29 (5), 2009; S. 342-352.

[Ca06a] Cave, J.: Market-based alternatives or complements to regulation. In: Communications: the next decade, a collection of essays prepared for the UK Office of Communications, Ofcom, London; S. 176-194.

[Ca06b] Cave, M.: Encouraging infrastructure competition via the ladder of investment. In: Telecommunications Policy 30 (3-4), 2006; S. 223-237.

[CJ09] Cambini, C.; Jiang, Y.: Broadband investment and regulation: A literature review. In: Telecommunications Policy 33 (10-11), 2009; S. 559–574.

[CKC06] Cho, B. S.; Kang, S.-W.; Cha, S.M.: Trends in Telecommunications Strategic Alliance Regulation. In: Proc. 4th Conf. on PICMET, IEEE, Istanbul; 2006, S. 1994 - 2004.

[CMR+10] Cave, M.; Marcus, S.; Renda, A.; Shortall, T.: Monitoring EU Telekoms Policy 2010. NEREC, 2010.

[CPD06] Cave, M.; Prosperetti, L.; Doyle, C.: Where are we going? Technologies, markets and long-range public policy issues in European communications. In: IEP 18, 2006; S. 242-255.

[CT07] Chaudhury, R.; Terfloth, C.: The rise of network sharing. Risks and rewards for telecom operators. Oliver Wyman, 2007.

[El07] Ellger, R.: EGV Art. 81 Abs. 3 EG. In (Immenga; Mestmäcker, Hrsg.) Wettbewerbsrecht EG, 4. Aufl., Beck, München, 2007.

[Eu01] Europäische Kommission: Einführung von Mobilkommunikationssystemen der dritten Generation in der Europäischen Union. Aktueller Stand und weiteres Vorgehen. Mitteilung KOM(2001) 141 v. 20.03.2001.

[Eu02a] Europäische Kommission: Notice pursuant to article 19 (3) of Council Regulation No. 17, Case COMP/C1/N.38.369, OJ, (C189/22) v. 9.8.2002.

[Eu02b] Europäische Kommission: Notice pursuant to article 19 (3) of Council Regulation No. 17, Case COMP/C1/N.38.370, OJ, (2002/C 214/08) v. 10.09.2002.

[Eu03a] Europäische Kommission: Sache COMP/C1/38.370 - O2 UK Limited/T-Mobile UK Limited - UK Network Sharing Agreement; ABl. L 200 v. 7.8.2003.

[Eu03b] Europäische Kommission: Sache COMP/C-1/38.369 - T-Mobile Deutschland/O2 Deutschland - Network Sharing Rahmenvertrag, IP/03/1026 v. 16.7.2003.

[Eu10] Europäische Kommission: Vorschlag für einen BESCHLUSS DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über das erste Programm für die Funkfrequenzpolitik /* COM/2010/0471 final - COD 2010/0252 */ v. 20.09.2010.

[Eu91] Europäische Kommission: Leitlinien der Kommission für die Anwendung der EG-Wettbewerbsregeln im Telekommunikationsbereich (1991/C 233/02), ABl. 1991 Nr. C 233/2.

[Eu94] Europäische Kommission: Grünbuch über die Liberalisierung der Telekommunikationsinfrastruktur und der Kabelfernsehnetze, K0M(94) 440 endg., Brüssel, 25.10.1994.

[Eu96] Europäische Kommission: Kommission 17.7 1996, ABl. EG 1996 Nr. L 239/23, 51 Art. 3, 4 „ATLAS“.

[Eu97] Europäische Kommission: Kommission 29.10.1997, ABl. EG 1997 Nr. L. 318/1, 20 Art. 4, 5„Unisource“.

[FTL+08] Frisanco T., Tafertshofer, P; Lurin P.; Ang, R.: Infrastructure sharing and shared operations for mobile network operators – from a deployment and operations view. In: NOMS, IEEE, München, 2008; S. 129–136.

[GA00] Gordijn, J.; Akkermans, J.M.: Designing and Evaluating E-Business Models. In: Intelligent Systems 16 (4), IEEE, 2001, S. 11-17.

[Go06] Goggin, I.: Spectrum management and the achievement of policy goals – an independent regulator’s perspective. In: Communications: the next decade, A collection of essays prepared for the UK Ofcom, Ofcom, London, 2006; S. 235-248.

[Gr03] Groebel, A.: Should we regulate any aspects of wireless? In: Telecommunications Policy 27, 2003; S. 435–455.

[Gr08] Grivolas, J.: Network sharing. a hot topic, again., Ovum, London, 2008.

[GV01] Grubera, H.; Verboven, F.: The evolution of markets under entry and standards regulation - the case of global mobile telecommunications. In: IJIO 19, 2001; S. 1189–1212.

[Ha05] Hazlett, T.W.: Rivalrous Telecommunications Networks With and Without Mandatory Sharing . AEI-Brookings Joint Center Working Paper No. 05-07.

[He08] Heun, S.-E.: IT-Unternehmen als Telekommunikationsanbieter. In: C&R 24 (2), 2008; S. 79-85.

[HJM04] Hultell, J.; Johansson, K.; Markendahl, J.: Business models and resource management for shared wireless networks. In: Proc. 60th Conf. on VTC, IEEE, 2004; S. 3393-3397.

[HT06] Hoecht, A.; Trott, P.: Innovation risks of strategic outsourcing. In: Technovation 26 (5-6), 2006; S. 672-681.

[HW08] Hew, S.; White, L. B.: Cooperative Resource Allocation Games in Shared Networks: Symmetric and Asymmetric Fair Bargaining Models. In: Transactions on Wireless Communications 7 (11), IEEE, 2008; S. 4166-4175.

[It10] ITU: Measuring the information society – the ICT development index. 2010, Genf.

[JKS04] Johansson, K.; Kristensson, M.; Schwarz, U.: Radio Resource Management in Roaming Based Multi-Operator WCDMA Networks. In: Proc. 59th Conf. on VTC, IEEE, 2004; S. 2062-2066.

[KG10] Kroe, J. R.; Ghosh, S.: Outsourcing congruence with competitive priorities: Impact on supply chain and firm performance. In: JOM 28 (2), 2010; S. 124-143.

[KKG+10] Kim, J.; Kim, Y.; Gaston, N.; Lestage, R.; Kim, Y; Flacher, D.: Access Regulation and Infrastructure Investment in the Mobile Telecommunications Industry. Working Paper Nr. 34, 2010, Globalisation and Development Centre, Bond University, 2010.

[KN01a] Koenig, C.; Neumann, A.: Gemeinsame Infrastrukturnutzung beim Aufbau eines UMTS-Netzwerks und das Gebot »wettbewerblicher Unabhängigkeit«. In: K&R 6, 2001, S. 281-288.

[KN01b] Koenig, C.; Neumann, A.: Funktionsherrschaft und gemeinsame Infrastrukturnutzung

[LKW09] Lacity, M.C.; Khan, S. A.; Willcocks, L. P.: A review of the IT outsourcing literature: Insights for practice. In: JSIS, 18 (3), 2009; S. 130-146.

[MBW02] Maitland, C.F.; Bauer, J.M.; Westerveld, R.: The European market for mobile data. Evolving value chains and industry structures. Telecommunications Policy 26 (9–10), 2002; S. 485–504.

[Mc09] McIvor, R.: How the transaction cost and resource-based theories of the firm inform outsourcing evaluation. In: JOM 27, 2009; S. 45–63.

[Me03] Mellewigt, T.: Management von strategischen Kooperationen. Gabler, Wiesbaden, 2003.

[MS04] Mestmäcker, E.-J.; Schweitzer, H.: Europäisches Wettbewerbsrecht. 2. Aufl., Beck, München 2004.

[NB96] Nalebuff, B.; Brandenburger, A.: Coopetition. Doubleday, New York, 1996.

[NBF08] Narayanaswamy, G.; Balaji, P.; Feng, W.: Impact of Network Sharing in Multi-core Architectures. Technical Report TR-08-06, Computer Science, Virginia Tech, 2008.

[Oh10] Ohler, A.: Aufbau neuer Netze – Mobilfunker wollen so gern kuscheln. Financial Times Deutschland. http://www.ftd.de/itmedien/it-telekommunikation/:aufbauneuer-netze-mobilfunker-wollen-so-gernkuscheln/50159950.html. Abruf am 2010-08-22

[PA06] Piepenbrock, H.-J.; Attendorn, T.: § 21 Zugangsverpflichtungen. In (Piepenbrock et al., Hrsg.): Beck'scher TKG-Kommentar, 3. Aufl., Beck, München, 2006.

[PH11] Pousttchi, K.; Hufenbach, Y.: Wertschöpfung im Mobilfunkmarkt - Ein Referenzmodell für die Rolle(n) des Mobilfunkanbieters der Zukunft. In: Wirtschaftsinformatik 53 (5), 2011; S. 287-300.

[Po08] Pousttchi, K.: A modeling approach and reference models for the analysis of mobile payment use cases. In: ECRA 7 (2), 2008; S. 182–201.

[Re00] Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post: Vfg. 13/2000, ABl. RegTP 2000, 516 (535).

[Re10] Renda, A.: Competition–regulationinterfaceintelecommunications: What's left of the essential facility doctrine. In: Telecommunications Policy 34 (1-2), 2010; S. 23–35.

[Ru02] Ruhle, E.-O.: UMTS Network Sharing im internationalen Vergleich. K&R 7, 2002; S. 358-365.

[SB00] Schütz, R.; Bönsch, G.: § 3 Begriff. In (Büchner et al., Hrsg.): Beck'scher TKG-Kommentar. 2. Aufl., Beck, München, 2000.

[Sc08] Schmitz, M.: Wie ein Sack voller Flöhe –Mobilfunkbetreiber müssen trotz fragmentierter Wertschöpfungskette die Kontrolle behalten. DMR. http://www.detecon-dmr.com/de/print.html?unique_id=194018. Abruf am 2011-05-27

[Sc09] Schonhowd, R.: Mobile Network Sharing Agreements: A Game Changer to Serve Enterprise Clients Better. www.currentanalysis.com/f/2009/MobileNetworkSharing/, Abruf am 2011-09-19.

[St06] Stelzer, I.: Creating an environment for rapid innovation, in: Communications: the next decade. In: Communications: the next decade, A collection of essays prepared for the UK Ofcom, Ofcom, London, 2006; S. 143-157.

[TC07] Thiel, C.; Cawelius, M.-O.: Outsourcing - Historie und Begriffserklärung. Info-Aktuell, Magazin des INFO-Instituts, No. 1-2007, www.info-institut.de/aktuelles/INFO_Beitrag_Outsourcing.pdf. Abruf am 2009-05-09.

[Va10] VATM: 12. Gemeinsame Marktanalyse. http://www.vatm.de/uploads/media/2010_TK-Marktstudie.pdf. Abruf am 2011-12-17.

[Wa06] Waverman, L.: The challenges of a digital world und the need for a new regulatory paradigm, In: Communications: the next decade, A collection of essays prepared for the UK Ofcom, Ofcom, London, 2006; S. 158-175.

[We06] Weiss, T.: Mobile strategies. Understanding wireless business models, MVNO and the growth of mobile content, Futuretext, London, 2006.

[Wo08] Wodianka, V.: Rechtliche Aspekte des Roaming in 2G/3G Mobilfunksystemen. Die wettbewerbsrechtliche Behandlung von Flächendeckungskonzepten im digitalen, zellularen Mobilfunk. Steuer, Wirtschaft und Recht 289, EUL, Lohmar, 2008.

[WW06] Whitten, D.; Wakefield, R. L.: Measuring switching costs in IT outsourcing services. In: Journal of Strategic Information Systems 15 (3), 2006; S. 219-248.

[ZT07] Zoll, S.; Terfloth, C.: Neue Geschäftsmodelle im Mobilfunk. Oliver Wyman, http://www.presseportal.ch/de/meldung/100534790/. Abruf am 2010-04-25.

MERCURY: User Centric Device and Service Processing

Birgitta König-Ries, Kobkaew Opasjumruskit
Institute for Computer Science, Friedrich-Schiller-University Jena
Birgitta.Koenig-Ries, Kobkaew.Opasjumruskit @uni-jena.de

Andreas Nauerz, Martin Welsch
IBM Germany Research and Development
Andreas.Nauerz, Martin.Welsch @de.ibm.com

1 Introduction

Mobile devices are everywhere. In our personal environment we own and utilize a heterogeneous infrastructure of simple sensors, actuators and services. While there are compelling scenarios how users could benefit from an integration of all these devices into one coherent system [GT09] and while it is possible to realize dedicated scenarios with today's technology, existing solutions are not generic, but rather geared towards specialized scenarios. Even worse, in order to take advantage of these solutions, users need significant IT knowledge. They are thus not accessible to the average, non-IT user. MERCURY, a joint project of the Institute of Computer Science at FSU Jena and the IBM Deutschland Research & Development GmbH in Boeblingen, aims at addressing both issues. In the remainder of this paper, based on a concrete example scenario, we will identify requirements to such a solution and will check in how far they are met by the most closely related existing approaches. From this, we will derive a system architecture to address current shortcomings.

2 Scenario, Requirements and Related Work

Fundamentally, MERCURY is based on the idea of the Web of Things [MF10] an integration of smart things found in the physical world (e.g., RFID, wireless sensor networks) with the cyberworld based on web protocols. [GT09] shows first examples of implementing this idea, but also lists a number of important challenges to overcome, some of which will be addressed in the following. Let us consider the following scenario: Bob plans to go jogging in the mornings with his friend Jim. However, if it is raining, they will visit the gym in the afternoon instead. MERCURY will offer Bob an easy-to-use interface to specify these preferences with appropriate sensors and actuators. To get started, Bob will ask MERCURY to identify rain sensors. MERCURY might return a personalized and context-dependent choice of such sensors: The rain gauge near his house, an online weather forecast, the API of the national weather service, etc. The system will also return non-functional properties of sensors like costs, availability, and precision.

Table 1 Requirements, existing approaches and components of MERCURY

Requirement	Related Work	MERCURY component
User Interface and User Model	Yahoo!Pipes[1] , IBM Mashup Center[2], SensorMap[3] , Minerva Portals[4]	Mashup Builder, User Management
Descriptions and Discovery of Sensors, Services and Actuators	W3C Incubator Working Group on Semantic Sensors[5], Sensorpedia[6] [GR10]	Sensor/ Actuator Management, Sensor/ Service Discovery
Rights Management	Google Latitude[7], Foursquare[8], Facebook places[9], ConServ [HRH09]	User Management
Sensor Integration	GSN[10], SenseWeb[11]	Middleware

Bob will choose the most appropriate sensor (or let the system choose automatically based on his preferences) and will combine this with his alarm clock, which will be set back an hour if it is raining in the early morning. Also, MERCURY will access the calendars of both Jim and Bob and reserve a gym event at an appropriate time. When Bob gets up, the system will display this information on displays available in his house. Meanwhile, Jim will be informed about the changed plan via SMS.

In order to allow non-IT users to take advantage of the benefits of sensor and actuator integration and to realize scenarios like the one described above, MERCURY will need to meet a number of requirements. In the following, we discuss these requirements and compare them with what is already offered by the most closely related existing approaches. Table 1 summarizes our findings and also provides the references to the approaches mentioned in the text. It also identifies the components of the MERCURY architecture responsible for tackling the respective requirements. These components will be explained in more detail in the next section.

User Interface. MERCURY will need an easy-to-use interface. It should be possible for users with no programming experience to combine sensors, services, and actuators and to easily specify even complex conditions for their connection. Portal platforms and mashup builders like IBM WebSphere Portal, Yahoo!Pipes and the IBM Mashup Center offer a good basis to achieve this goal. However, they focus on (coarse-granular) ser-

[1] http://pipes.yahoo.com/pipes/docs?doc=editor
[2] http://www-01.ibm.com/software/info/mashup-center/
[3] http://atom.research.microsoft.com/sensewebv3/sensormap/
[4] http://www.minerva-portals.de/
[5] http://www.w3.org/2005/Incubator/ssn/wiki/Incubator Report
[6] http://www.sensorpedia.com/about.html
[7] http://www.google.com/mobile/latitude/
[8] https://foursquare.com/
[9] http://www.facebook.com/about/location
[10] http://www.swiss-experiment.ch/index.php/GSN:Home
[11] http : //research.microsof t.com/pubs/75857/michel icde09Demo.pdf.

vices rather than (fine-granular) sensors and actuators. SensorMap on the other hand focuses on geographic mash-ups mostly and does not allow for arbitrary wiring of devices and services.

User Model. Sophisticated user models that reflect users' interests and preferences allow tailoring the system to better satisfy users' needs. Here, we can build on our own previous work within the MINERVA project.

Descriptions and Discovery of Sensors, Services and Actuators. In order to be discoverable, the functional and non-functional properties of sensors, services, and actuators will need to be described in a machine-interpretable manner and appropriate matching algorithms will need to be implemented. Recently, the W3C Incubator Working Group on Semantic Sensors has developed ontologies for describing sensors. These ontologies allow classification and reasoning on the capabilities and measurements of sensors and the provenance of measurements. They describe individual sensors as well as reasoning about the connection of a number of sensors as a macroinstrument. An example for the usage is the Semantic Sensor Web [SHS08]. It is an approach for annotating sensor data with spatial, temporal, and thematic semantic metadata. While this standardization effort provides an excellent basis, it does not yet completely solve the problem of scalability (i.e., at what level of granularity to describe sensors and how to deal with potentially huge amounts of these sensors). Scalability will be a major issue when it comes to discoverability of sensors as the existing heavy-weight matchmaking algorithms developed in the context of semantic web services will not scale to this amount of devices. Another question is where sensor repository and the descriptions within them will come from. A first attempt at crowdsourcing this task is *Sensorpedia*, a Web service for social networking. But, instead of connecting people, it connects sensors with users and applications. It permits users to publish, subscribe to, search for, connect to, and view all types of sensor information. A Sensorpedia-like interface extended by machine-interpretable descriptions in the background could be a part of the user interface of MERCURY.

Rights Management. MERCURY shall support sharing of sensors and actuators among users with a customizable level of detail. It thus needs a sophisticated and user-friendly rights management that allows users to control which sensor readings they are willing to share with whom at which level of granularity and which actuators they want to make accessible by whom. Rights management might even depend on certain metrics like a user's current location or the current date or time. Nowadays, there are a number of services for sharing location data at different levels of detail with different user groups, such as, Google Latitude, Foursquare and Facebook places. These approaches can be used as good (or bad) examples of rights management concerning sensor data. *ConServ* is a more general approach which presented a lifecycle for web-based context management services (WCXMS) and provided details of an example implementation. By providing context as a Service (CXaaS), WCXMS enables the sharing of context data between applications. Thus, each application can access other applications' context data with little or no interconnecting bridges while giving the user full control about the context shared. ConServ has the potential to increase the number of context-aware applications available to users while still providing the user with authority over their context

data. For MERCURY, we can follow the general idea of ConServ and extend it with respect to different sensors types and usability by non-IT users.

Sensor Integration. Various types of sensors, services, and actuators need to be included in the system with as little effort as possible. To achieve this, heterogeneity between these different types has to be overcome. Another important factor is the need for scalability. MERCURY will have to deal with individual sensors as well as with entire sensor networks and incorporate a potentially huge number of sensors and actuators. *GSN*, the Global Sensor Network, is one attempt to overcome the heterogeneity of sensors and to offer declarative access to individual sensor or entire sensor networks. It is a middleware designed to facilitate the deployment and programming of sensor networks. It takes data, stores it into a database and provides a web-based query interface. It is completely generalized and able to handle sensors of all types. This hides the complexity of connecting to a sensor network and allows the developer to focus only on high-level application logic. Another attempt to ease sensor integration is Microsoft *SenseWeb*. It allows developing sensing applications that use the shared sensing resources and its sensor querying and tasking mechanisms. SensorMap is an application that mashes up sensor data from SenseWeb on a map interface, and provides interactive tools to selectively query sensors and visualize data, along with authenticated access to manage sensors. We are currently investigating whether GSN or SenseWeb meet all of our requirements and could be used as a basis for MERCURY.

3 System Architecture

The MERCURY architecture is depicted in Figure 1. On the client side, a *Sensor/Actuator Management* UI allows the user to register his devices with the system in order to publish their descriptions and to assign them with access rights. The information will be propagated to the *User Management and Sensor/Service Discovery* components. The *Runtime UI* is responsible for displaying events and the status of defined pipelines to the user. Finally, the Portal or *Mashup Builder* allows the user to select and combine devices. The results of this process are transmitted to the Execution Environment.

In the bottom part of the architecture, sensors and actuators are accessible either individually or as a network via *Gateway* components. These help to overcome technical heterogeneity. Gateways are also responsible for publishing sensor and actuator descriptions in the Sensor/Service Discovery.

At the heart of the system is a middleware layer, which will be realized as a cloud application. It consists of a *User Management* component that stores user models (expertise, preferences, etc.) and access rights defined for devices and services. The *Sensor/Service Discovery* module manages the description repository and performs matchmaking of requests from the Mashup Builder and descriptions. The *Execution Environment* obtains the script-like results of the Mashup Builder before it directly accesses sensors and actuators via a *Middleware* component and services.

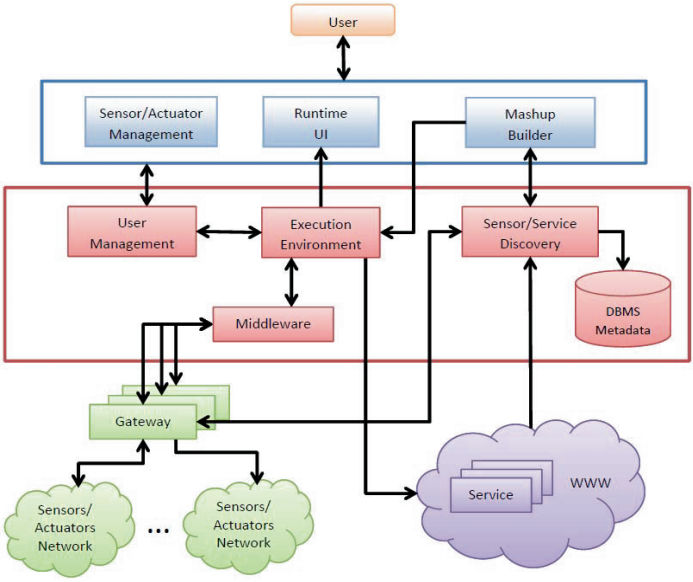


Figure 1: The architecture of MERCURY

4 Summary

In this paper, we have described the vision of the MERCURY project to provide seamless, user-friendly integration of sensors, actuators, and services. We have introduced a motivating scenario and reviewed similar projects and possible functional modules for our solution. Currently, we are developing a prototypical implementation which will then be evaluated in user studies and will gradually be extended to address the open research questions in particular with respect to a non-expert user interface, scalable sensor and actuator discovery and exploitation of context information.

References

[BKRHS11] Fedor Bakalov, Birgitta König-Ries, Tobias Hennig, and Gabriele Schade. Usability Study of a Semantic User Model Visualization for Social Networks, 2011.

[GT09] Dominique Guinard. Towards the web of things: Web mashups for embedded devices. In Proceedings of WWW 2009. ACM.

[GR10] Bryan Gorman and David Resseguie. Final Report: Sensorpedia Phases 1 and 2. Technical report, 2010.

[HRH09] Gearoid Hynes, Vinny Reynolds, and Manfred Hauswirth. A Context Lifecycle For Web-Based Context Management Services. In Proceedings of the 4th European Conference on Smart Sensing and Context (EuroSSC), 2009.

[MF10] Friedemann Mattern and Christian Floerkemeier. From the Internet of Computers to the Internet of Things, volume 6462 of Lecture Notes in Computer Science. Springer,2010.

[SHS08] Amit Sheth, Cory Henson, and Satya Sahoo. Semantic Sensor Web. In IEEE Internet Computing, pages 78–83, 2008.

Interaktivierung von Objekten mit dem Social Web durch Near Field Communication

Alexander Stocker[1], Robert Möstl[1], Isabel Anger[2], Christian Wagner[2], Thomas Ebner[2], Silvio Trentzsch[2], Christian Kittl[2]

[1]Institut DIGITAL
JOANNEUM RESEARCH
Steyrergasse 17
A-8010 Graz
vorname.nachname@joanneum.at

[2]evolaris next level

A-8010 Graz
Postleitzahl Ort
vorname.nachname@evolaris.net

Abstract: Near Field Communication (NFC) wurde in erster Linie für das mobile Bezahlen entwickelt. Doch es sind weit mehr Anwendungsfälle denkbar: Denn mit NFC Tags können Objekte eindeutig identifiziert und mit dem Internet vernetzt werden. Die Konnektivität zum Internet kann vorerst über ein NFC-fähiges Mobiltelefon hergestellt werden. Bei zunehmender Verbreitung NFC-fähiger Mobiletelefone könnten Hersteller ihre Produkte mit NFC-Tags versehen und damit ihren Kunden die Möglichkeit bieten, die entsprechenden Produkte direkt im Web zu empfehlen. Genau an dieser Stelle setzt der vorliegende Beitrag an, welcher erste Ergebnisse aus dem von JOANNEUM RESEARCH und evolaris next level gemeinsam durchgeführten Forschungsprojekt „Interactive Things" vorstellt, das die Möglichkeiten der Interaktivierung von Objekten mit dem Social Web über NFC erforscht. In diesem Projekt wurde ein Demonstrator für Android entwickelt, welcher „Facebook-Check-ins", „Facebook-Likes" und „Twitter-Posts" nach dem „Tappen" eines mit einem NFC-Tag versehenen Objekts erlaubt – und damit neue Wege für das Digitale Marketing im Social Web eröffnet.

1 Einleitung und Motivation

Das Web 2.0 bzw. das Social Web übt eine unglaubliche Faszination auf Menschen aus, Inhalte mit anderen zu teilen. Das Empfehlen von produkt- und dienstleistungsbezogenen Inhalten über Facebook (mit „Gefällt mir") und Google Plus (mit „+1") wurde zur täglichen Praxis vieler Nutzer. Doch bisher erstreckt sich diese Teilung von Inhalten lediglich auf die Möglichkeiten, welche soziale Plattformen wie Facebook; Google+ und Twitter direkt bzw. über in andere Web-Seiten integrierbare Buttons und Widgets anbieten. Um ein Produkt oder eine Dienstleistung zu empfehlen, müssen Nutzer zuerst eine bestimmte Website im Browser aufrufen, etwa die des Herstellers oder Lieferanten, und dort eine entsprechende Aktion ausüben, beispielsweise auf den Schalter „Gefällt mir" klicken. Der Fan eines Produktes kann diese Aktion noch nicht direkt am Produkt durchführen, denn dafür müsste dieses Produkt eindeutig identifizierbar sein, Konnektivität zum Internet besitzen und im Internet eine digitale Repräsentation haben.

In einem funktionierenden Internet der Dinge (siehe dazu [CLR10] und [FM02]) besitzen eindeutig identifizierbare Objekte eine virtuelle Repräsentation - und mit Radio Frequency Identification (RFID) steht eine geeignete Technologie zur Realisierung smarter Dinge zur Verfügung. Die Fähigkeit, dass Objekte eine eindeutige Kennung speichern und sich ihrer Umwelt mitteilen können, stellt einen wesentlichen Schritt in Richtung Internet der Dinge dar. Near Field Communication (NFC) basiert auf RFID und ist ein Standard zum kontaktlosen Austausch von Daten über sehr kurze Strecken. NFC wurde in erster Linie für das mobile Bezahlen entwickelt, doch damit sind die Anwendungsmöglichkeiten von NFC nicht erschöpft.

Wie RFID kann auch NFC als Enabler für das Internet der Dinge dienen. Das „Google Nexus S" ist als erstes NFC-fähiges Smartphone für die breite Masse seit Anfang 2011 im deutschsprachigen Raum verfügbar. Glaubt man aktuellen Studien, wie bspw. von Jupiter (vgl. [Fe11]), wird bis 2014 bereits jedes fünfte Smartphone weltweit diese Technologie unterstützen. Zukünftig wird NFC-Technologie also Einzug in weitere mobile Endgeräte halten und damit eine große Anzahl an Nutzern berühren. Das Herstellen von Konnektivität zum Internet über ein Mobiltelefon erscheint damit ein vielversprechender Ansatz für das Internet der Dinge.

Die Interaktivierung von Gegenständen des täglichen Alltags mittels NFC ermöglicht Herstellern neue Wege im Digitalen Marketing, denn sie können ihre Produkte „digital branden" und mit zusätzlichen Informationen oder Funktionen erweitern. Konsumenten können dank NFC erstmalig ihre favorisierten Produkte direkt und ohne Medienbruch über ihr Mobiltelefon im Social Web empfehlen. Im Vergleich zu einer gleichartigen Aktion mit Quick-Response-Codes (QR-Codes) als Mittel benötigt ein NFC-Tappen weniger Benutzereingaben (Tappen versus Öffnen der QR-Reader-App und Scan des Codes) und gestaltet sich daher als komfortabler und schneller für den Nutzer. Vor diesem Hintergrund wurde von JOANNEUM RESEARCH und evolaris next level das gemeinsame Forschungsprojekt „Interactive Things" gestartet. Der vorliegende Beitrag stellt erste Ergebnisse aus diesem Forschungsprojekt vor: Basierend auf zwei Use Cases wurde ein Demonstrator entwickelt und als mobile Applikation für NFC-fähige Smartphones mit dem Betriebssystem Android umgesetzt. Damit können Kunden mit einem NFC-Tag versehene und durch Produkthersteller speziell „digital gebrandete" Objekte auf Facebook und Twitter empfehlen.

2 Demonstrator „Interactive Things"

Als Basis für den Demonstrator „Interactive Things" wurden zwei Use Cases entwickelt:

Ein Kunde findet Gefallen an einem Produkt und teilt das seinem persönlichen Netzwerk auf Facebook und Twitter mit: Beim „Tappen" dieses mit einem NFC-Tag und einem NFC-Symbol versehenen Produktes (z.B. mit dem „N Mark") wird ein „Gefällt mir"-Eintrag auf der produktspezifischen Facebook-Seite bzw. bei eine produktspezifische Statusmeldung auf der Facebook-Seite veröffentlicht (bzw. eine Statusmeldung auf Twitter zum Produkt verfasst, welche auf dem NFC-Tag vorab gespeichert wurde) **[Use Case 1]**. Ein Kunde betritt die Betriebsstätte eines Unternehmens und zeigt dies seinem

persönlichen Netzwerk auf Facebook und Twitter: Beim Betreten der Betriebsstätte findet der Kunde ein „Finden Sie uns auf Facebook“-Schild, welches mit einem NFC-Tag und einem NFC-Symbol versehen wurde. Beim „Tappen“ dieses Schildes wird automatisch ein „Facebook-Check-In“ auf der Facebook-Seite des Unternehmens erstellt (bzw. eine Meldung auf Twitter zur Betriebsstätte verfasst) **[Use Case 2]**.

Vor der Umsetzung wurde eine umfangreiche Evaluierung der technischen Möglichkeiten durchgeführt. Diese dafür konzipierten technischen Versuchsfälle umfassten Aspekte wie unterschiedliche Typen von NFC-Tags, das Beschreiben eines NFC-Tags über ein Smartphone, das Auslesen von gespeicherten Informationen sowie das Ausführen von Aktionen auf Facebook und Twitter. In der ersten Reihe der technischen Versuchsfälle wurden grundlegende technische Spezifikationen verschiedener NFC-Tags und Applikationen überprüft, etwa welche NFC-Tags mit welchen Endgeräten beschreibbar sind, welche Speicherkapazitäten auf NFC-Tags verfügbar sind und welche Datenformate genutzt werden können. Dabei zeigte sich, dass reiner Text, Kontaktinformationen, URLs und URIs im NDEF-Format mit einer Writer-Applikation (z.B. mit „TagWriter“) geschrieben und mit der auf dem Google Nexus S vorinstallierten Reader-Applikation („Tags“) sehr einfach ausgelesen werden können. In der zweiten Reihe der technischen Versuchsfälle wurden Facebook- und Twitter-Schnittstellen in Bezug auf Authentifizierung, Abruf und Erstellung von Content bzw. bestimmten Aktionen untersucht. So ermöglicht beispielsweise Facebook durch den Dienst Single Sign-On, dass User, die bereits bei einer anderen Applikation mit ihren Facebook-Zugangsdaten angemeldet sind, diese Daten nicht erneut in einer Applikation eingeben müssen, sofern Single Sign-On in der neuen Anwendung implementiert wurde. Auch bei Twitter sind entsprechende Schnittstellen vorhanden und einfach anzuprogrammieren. Auf Basis der Ergebnisse dieser technischen Versuchsfälle sowie der beiden Use-Cases wurde der Demonstrator konzipiert und umgesetzt.

2.1 Facebook “like”, “post” und Facebook “checkin”

Für die Integration von Facebook-Funktionalitäten ist es nötig, den NFC-Tag vorab mit einer Facebook-Object-ID mit dem Präfix „fb:“ im plain text zu beschreiben. Als Beispiel hierfür wurden die IDs der evolaris-Facebook-Seite (fb:278089515866) sowie eines Beitrags auf der evolaris-Facebook-Seite (fb:278089515866_159039524170374) verwendet und mit der Applikation „TagWriter“ auf die NFC-Tags gespeichert. Nachdem der NFC-Tag von dem Smartphone erkannt wurde, startet die Interactive-Things-App mit der Facebook-Aktivität. Wenn sich der Nutzer noch nicht bei Facebook angemeldet hat (was beim ersten Starten der Applikation naturgemäß der Fall ist), öffnet sich ein Anmeldedialog, in dem sich der Nutzer authentifizieren sowie der Applikation die erforderlichen Berechtigungen zum „Posten“ und „Einchecken“ erteilen muss. Daraufhin wird mit einem aus den Anmeldedaten erzeugten Access Token sowie der übergebenen Object-ID ein Request über die Facebook-API abgesetzt. Die Antwort erfolgt in Form eines JSON-Strings welcher durch die Applikation geparst und dort analysiert wird. Folgende Informationen werden dabei berücksichtigt: picture, name, description, location, likes. Ist zur übergebenen ID ein Bild verfügbar, wird dieses heruntergeladen und in einem ImageView dargestellt. Sind Standortinformationen vorhanden, wird neben den

allgemeinen Informationen zum Objekt zusätzlich ein Check-In-Button eingeblendet. Die Informationen im connections-Tag des JSON-Objektes geben Auskunft über die Interaktionsmöglichkeiten der API, die mit dem Facebook-Objekt zulässig sind (z.B. likes bzw. comment). Ist darin der Tag likes verfügbar, ist das „Liken" des Facebook-Objektes über einen eigeblendeten Button möglich (vgl. Bild 1). Als weitere Interaktionsmöglichkeit wurde die Funktion „Post on my Wall" implementiert. Dadurch wird eine virale Verbreitung von Inhalten ermöglicht. Der Text und das NFC-Logo des Posts sind in der Applikation hart kodiert, auf dem Tag ist weiterhin nur die Facebook-ID hinterlegt. Der Titel, Beschreibung und der Link auf den vollständigen Beitrag kommen von der übergebenen Facebook-ID.

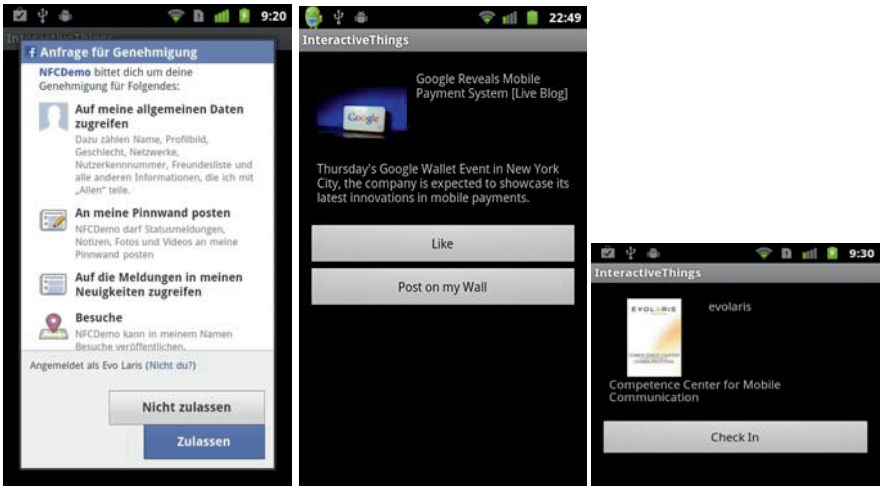


Abbildung 10: Genehmigungsanfrage und User-Interface für Teilapplikation Facebook

2.2 Twitter „Send tweet"

Für die Integration der Twitter-Funktionalitäten ist es nötig, den NFC-Tag im Vorfeld mit einer entsprechenden Zeichenkette inklusive dem Präfix "tw:" zu beschreiben (z.B. „tw:Ich grüße von JOANNEUM RESEARCH aus der Steyrergasse 17"). Die Autorisierung auf dem Twitter-Account erfolgt über den OAuth Standard, ein offenes Protokoll zur standardisierten und sicheren API-Autorisierung für Desktop- und Webanwendungen. Es werden in der Applikation „Interactive Things" daher keine Twitter-Account-Daten hinterlegt, jedoch stattdessen ein Access Token, d.h. eine definierte Zeichenkette mit bestimmter Länge. Beim erstmaligen Verwenden der Applikation wird der Benutzer in den Internet Browser des Smartphones geleitet, um auf einer Twitter-Seite seine Benutzerkennung einzugeben (vgl. Bild 2). Daraufhin wird von Twitter der besagte Access Token an die Applikation zurückgesendet und dort gespeichert. Der Access Token hat kein Ablaufdatum und in weiterer Folge wird jeder Aufruf der Twitter-API mit diesem Token signiert. Als Library für die Anbindung der Twitter-API wurde Twitter4J verwendet.

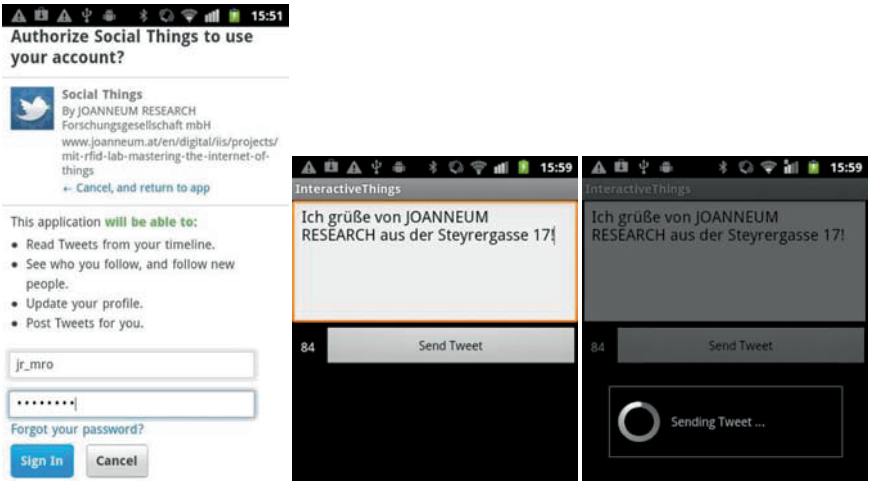


Abbildung 11: Genehmigungsanfrage und User-Interface für Teilapplikation Twitter

3 Zusammenfassung und Ausblick

Der vorliegende Beitrag präsentiert erste Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „Interactive Things“, bei dem untersucht wurde, wie Gegenstände des täglichen Alltags mit Hilfe von NFC-enableten Smartphones mit dem Social Web interaktiviert werden können. Dazu wurde der gleichnamige Demonstrator für Smartphones mit Android entwickelt. Eine erste Evaluierung des Demonstrators hat im Rahmen eines Site Visits beim wissenschaftlichen Review des Kompetenzzentrums evolaris next level stattgefunden. Bei diesem Visit wurde den Evaluatoren der Demonstrator erstmalig vorgestellt und der Unterschied zwischen der nicht-NFC-unterstützten Variante (mit QR-Codes) erläutert. Die technische Umsetzung wurde als gelungen wahrgenommen. Bedenken zeigten sich am grundsätzlichen Kern der Sache: dem ständigen Kommunizieren, wer sich wo befindet und was er/sie gerade tut. In weiterer Folge ist die Durchführung ausführlicher User-Experience-Tests geplant, um Technologieakzeptanz und Usability des Demonstrators auf der einen Seite, sowie die generelle Akzeptanz von NFC auf der anderen Seite zu evaluieren.

Literaturverzeichnis

[CLR10] Chui, M.; Löffler, M.; Roberts. R. (2010). The Internet of Things. McKinsey Quarterly. http://www.mckinseyquarterly.com/The_Internet_of_Things_2538. Abgerufen am 29. August 2010.

[Fe11] Felser, R. NFC bis 2014 in jedem fünften Smartphone. http://www.computerwelt.at/detailArticle.asp?a=134138. Abgerufen am 29.08.2011.

[FM02] Fleisch, E.; Mattern, F. (2005). Das Internet der Dinge. Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis. Springer.

Decision Behavior and Performance in Mobile Trading Applications

Florian Teschner, Tobias T. Kranz, Christof Weinhardt

School of Economics and Business Engineering
Karlsruhe Institute of Technology,
Englerstraße 14, D-76131 Karlsruhe, Germany
teschner@kit.edu, kranz@kit.edu, weinhardt@kit.edu

Abstract: A common belief about decision making is that the more information we process the better our decisions. Increasingly, we rely on (mobile) information systems to filter, aggregate and present information in order to make it easier to process. With the rise of mobile IS the question arises how decision behavior differs compared to stationary settings. In this paper we analyze user actions in a repeated market environment. We conduct a field experiment in which participants can choose stationary and/or mobile access. Exhaustingly recording all user actions we can compare user performance depending on the device. We are able to distinguish between decision accuracy and behavior in a market environment and thereby provide insight into the interplay between interface, information and decision making.

1 Introduction

We propose to analyze user actions in a repeated market environment where information processing plays a key role. We designed a prediction market for macro-economic variables called the Economic Indicator Exchange (EIX)[1]. Our prediction market is setup as a continuous double auction with one stock to represent each new release of economic information. Participants buy if they think that prices underestimate the probability of an event and sell otherwise. The prediction market thereby aggregates information in the same way as a stock market, which is relatively efficient in an ex ante information sense. In the EIX field experiment with more than 1,000 participants we study the impact of mobile and stationary interfaces on user behavior and decision performance.

2 Related Work

In the following section we will first present related work for prediction markets and then summarize previous work on participant behavior in IS as well as electronic markets. Prediction markets have a long track of successful application in a wide area

[1] http://www.eix-market.de/

ranging from political to sport events sometimes outperforming established forecast methods [BNR08]. The roots of their predictive power are twofold; the market provides the incentives for traders to truthfully disclose their information and an algorithm to weight opinions. The most basic trading mechanism for prediction markets is based on a continuous double auction for one stock which represents the outcome of an event. In 2002, Goldman Sachs and Deutsche Bank created the so called 'Economic Derivatives' market. The traded contracts are securities where payoffs are based on macroeconomic data releases [GMU07]. By analyzing the forecast efficiency Gürkaynak and Wolfers [GW06] find that market generated forecasts are very similar but more accurate than survey based forecasts. To our knowledge, there exists no empirical work linking the decision making in markets to the trading interface. Kauffman and Diamond [KD90] highlight the importance of research on behavioral decision making and information presentation effects. They examine how behavioral effects may become operative in screen-based securities and foreign exchange trading activities, where users can choose among information presentation formats which support trader decision making. In the domains of decision support systems and online shopping environments the influence of the interface on decision behavior has been repeatedly demonstrated. To summarize previous work the amount and control of information, as well as the information representation [Ves94] [Ves91] does influence user behavior. As a conclusion information control has both positive and negative effects on performance [Ari00]. Malhotra [Mal82] concludes that individuals cannot optimally handle more than ten information items or attributes simultaneously. Testing decision accuracy Streufert et al. [SDH67] show that as information load increases, decision making first increases, reaches an optimum (information load ten) and then decreases. Mobile financial IS can provide a serious benefit to customers' value as shown by Muntermann and Janssen [MJ05]. They investigated realizable returns in a stock market subject to the users' reaction time to incoming events. In a simulation based on a real-world dataset, they compared two different scenarios of information latency. In the low-latency scenario customers gain more than 5 % of realizable returns compared to less than 2.5 % in the high-latency scenario. Due to the characteristics of mobile IS users are able to react nearly immediately to new information and transform their advantage into monetary gains.

3 Research Model

As more and more decisions are facilitated through mobile decision support systems, one of the most urging questions is how to design interfaces that improve decision making. In order to answer this higher research question we have to deeply understand if and how the interface influences decision making. More specifically we need to analyze how participants search for information and how they incorporate this information in their decisions process. The second main research question is: How do different interfaces affect decision behavior and decision outcome? Our setup is well-suited to study the behavioral aspects of decision making because, in contrast to financial markets (i) the outcome of events in our market is ultimately known and (ii) we can measure the participants' ex post trading performance. To give indications for these research questions we start by analyzing the participants' decision behavior in two steps which are depicted in Figure 1. In the first step we analyze which information is viewed by the

participants depending on the device. Following [Ari00] we assume that participants choose different information elements as they try to adapt the interface to their informational needs. However we expect users who access the market over the mobile application to use less information elements.

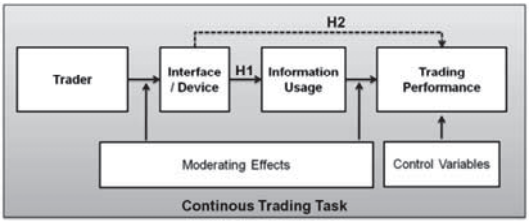


Figure 1: Research Model

In the second step, we present how the self-chosen interface influences the participants' decision behavior and decision outcome. As all traders have the same start portfolio the quantity of a trade is a proxy for the trader's confidence perception. A common financial perspective is to assume that more information leads to an increased trading quantity. As we expect mobile device users to access less information, we expect them to submit orders with lower quantity as well.

H 1 Users who use a stationary device use more information elements.

H 2a Participants using the stationary device submit orders with higher average quantity.

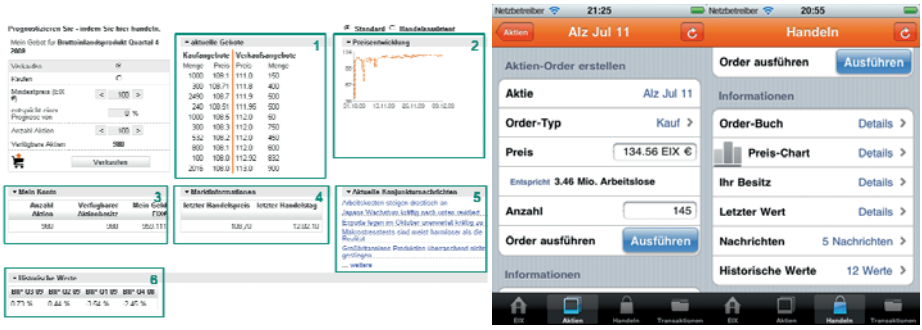
H 2b Participants using the stationary device are more likely to submit profitable orders.

In the third step we analyze how the self-chosen interface influences the participants' decision accuracy. The decision accuracy of a submitted order can be analyzed depending on the resulting profit or loss. The intuitive reasoning depending the decision accuracy is that the more information the better the decision accuracy. Even though we expect the mobile users to perform worse than their stationary counterparts, it is somehow intuitive that participants making use of both perform better than participants only using a stationary device (i.e., the mobile usage acts as a complement)

4 Experimental Setup

In the following section we describe the field experiment and the participants' decision process. In October 2009 the EIX play money prediction market was started specifically designed to forecast macro-economic variables. Until May 2010 the EIX was run as a web-based system only. In June 2010 we released a mobile trading application called EIX-Market-App (EMA) which provides mobile access to the underlying market system. The goal of the market is to forecast economic indicators up to 9 months in advance by continuously aggregating economic information. The market was launched in

cooperation with the leading German business newspaper 'Handelsblatt' who helps us to reach a broad and well informed audience interested in financial markets and economic development. The market is designed as a continuous double auction without a market maker. After registration participants are endowed with 1,000 stocks of each contract and 100,000 play money units. The continuous economic outcomes are represented by one stock and paid out at data release according to a linear payout function. To increase participants' motivation and to provide incentives to truly reveal information we offer prizes worth 36,000 Euros; 8 yearly prizes (total value 10,000 Euro) are awarded according to the portfolio ranking at the end of the market period. The web-based trading interface is displayed in Figure 2a. Participants have convenient access to the order book with 10 levels of visible depth (I1), the price development (I2), the account information (I3) and market information (I4) such as the last trading day. As additional information the Handelsblatt provides access to an up-to-date economic news-stream (I5) and finally the indicator's last year's performance (I6) is displayed.



(a) (b) (c)

Figure 2: Trading screen with open information panels (a), EMA: Trading screen with links to information screens (b), (c)

Participants are able to customize their trading interface individually. By clicking the small arrows the six information panels open and close. In the default setting, only the trading mask and the six headlines are visible. After each submitted order the chosen interface is saved per user. On user return the system opens the previously used interface elements on default. The advantage is twofold; users have a convenient option to customize their trading experience and, we can assess which self-selected information pieces may have influenced the participants' decision processes.

EIX-Market-App (EMA). The EIX-Market-App (EMA) is a mobile client for the EIX designed for Apple's iPhone. EMA offers all of EIX's core features, i.e. submit and cancel orders, check the own holdings in the stock depot, access additional information like the order book, news, etc. EMA's frontend is a compromise of two design goals. First, EMA was intended to be easy to use for new users. Second, existing EIX-users should be able to use the App with minimal learning effort. Due to the limited screen size of the iPhone platform, it is not reasonable to let EMA look like EIX's web-interface. EMA's frontend tries to be close to EIX's web-interface by sharing the same

menu-structure and nomenclature. Analogous to EIX's web-interface, EMA offers six stock related information screens linked from the trade screen (Figure 2c). To allow research about user's information usage prior to submitting an order, the consumption of the six information panels (respectively screens, in case of EMA) are logged in both IS presented here. EIX and EMA both track the time a user needs to create and submit an order as well as the information used in this process.

5 Methodology

In the following section we detail the tools to systematically analyze the information influence on decision behavior. We start by analyzing if different interfaces lead to different user behavior in the terms that participants search other information. Subsequently by controlling for different behavior we evaluate if participants using one interface perform better than using the other interface. For the first question we simply compare different information gathering pattern and finally compare per interface the number of information panels a participant uses when submitting an order. Turning to the second question; in our continuous market we can observe the outcome, i.e. the fundamental value of each stock. Therefore we can measure the information content of each order ex post. If an order moved the price in the right direction with respect to the final outcome of the stock, it is informed ($score_{o,i}$ =1); whereas an order moving the price in opposite direction to the final outcome price, it is uninformed ($score_{o,i}$ =0). Equation 1 measures the influence of the interface type which is 1 for the stationary interface and 0 for the mobile application on the order profitability. The dependent variable is the score described above. As this is a binary outcome we use a binomial logistic regression. As the different indicators exhibit different historic variances, e.g. exports are much more volatile than inflation, we control by adding the market dummy variables M_1 - M_5. In order to identify and control for the individual interface elements, we add a variable (λ_j) for each of the the information panels (compare Figure 2). Thus we can quantify the information effect of each panel.

$$\log \frac{\pi_{Score}}{\pi_{Trade}} = \beta \times Interfacet\,ype + \sum_{i=1}^{5} \delta_i M_i + \sum_{j=i}^{5} \lambda_j I_j \quad (1)$$

6 Summary and Conclusions

By describing a prediction market which can be accessed through a web-based stationary and mobile interface, we show the potential of analyzing decision processes in various device settings. We detail a complex trading environment which can be used to quantify trading decisions ex post. Furthermore we present a convenient way to record user behavior in both the stationary and mobile system. Furthermore we describe a method to rigorous distinguish between decision supporting and misleading information. Preliminary results suggest that the decision making process differs depending on the device used. Due to the marginal number of mobile users no conclusion concerning the proposed hypothesis can be drawn. Future research needs to investigate the impact of

mobile IS on decision performance. Specifically in the domain of financial markets it is the first work to highlight the influence of the trading interface on trading behavior and performance. Due to the close relation to decision processes this paper helps to understanding the impact of IS interfaces on decision-making in general.

References

[App11] Apple AppStore. Apple iTunes AppStore: EIX-Market-App, Sep 2011.

[Ari00] Dan Ariely. Controlling the Information Flow: Effects on Consumers' Decision Making and Preferences. Journal of Consumer Research, 27:233 – 248, 2000.

[BDN05] Michael Berlemann, Kalina Dimitrova, and Nikolay Nenovsky. Assessing Market Expectations on Exchange Rates and Inflation: A Pilot Forecasting System for Bulgaria. William Davidson Institute Working Paper, (759), 2005.

[BN05] Michael Berlemann and Forrest Nelson. Forecasting inflation via experimental stock markets some results from pilot markets. Ifo Working Papers, 10, 2005.

[BNR08] Joyce E. Berg, Forrest D. Nelson, and Thomas A. Rietz. Prediction market accuracy in the long run. International Journal of Forecasting, 24(2):285 – 300, 2008.

[BR03] Joyce E. Berg and Thomas A. Rietz. Prediction Markets as Decision Support Systems. Information Systems Frontiers, 5:79–93, 2003. 10.1023/A:1022002107255.

[GMU07] Blaise Gadanecz, Richhild Moessner, and Christian Upper. Economic derivatives. BIS Quarterly Review, March 2007.

[GW06] Refet Gürkaynak and Justin Wolfers. Macroeconomic derivatives: An initial analysis of market-based macro forecasts, uncertainty, and risk. NBER Working Papers 11929, 2006.

[Han99] Robin D. Hanson. Decision Markets. IEEE Intelligent Systems, 14(3):16 – 19, 1999.

[HT05] Robert W. Hahn and Paul C. Tetlock. Using Information Markets to Improve Public Decision Making. Harvard Journal of Law & Public Policy, 29(1):214 – 289, 2005.

[KD90] Robert J. Kauffman and Lester Diamond. The Business Value Effects of Cognitive Biases In Trading Workstation Window Design. IEEE, 1990.

[Mal82] Naresh K. Malhotra. Information Load and Consumer Decision Making. Journal of Consumer Research, 8(4):419 – 430, March 1982.

[MJ05] Jan Muntermann and Lars Janssen. Assessing Customers' Value of Mobile Financial Information Services: Empirical-Based Measures. In ICIS 2005 Proceedings, pages 617 – 628, 2005.

[SDH67] Siegfried Streufert, Michael J. Driver, and Kenneth W. Haun. Components of response rate in complex decision-making. Journal of Experimental Social Psychology, 3(3):286 – 295, 1967.

[TSW11] Florian Teschner, Stephan Stathel, and Christof Weinhardt. A Prediction Market for Macro-Economic Variables. In Proceedings of the 44th Hawaii International Conference on System Sciences, 2011.

[Ves91] Iris Vessey. Cognitive Fit: A Theory-Based Analysis of the Graphs Versus Tables Literature. Decision Sciences, 22(2):219–240, 1991.

[Ves94] Iris Vessey. The effect of information presentation on decision making: A cost-benefit analysis. Information & Management, 27(2):103 – 119, 1994.

Unterstützung notfallmedizinischer Einsatzkräfte mittels mobiler Anwendungssysteme: ein empirischer Ansatz zur Anforderungsanalyse

Philipp Reinke, Rüdiger Breitschwerdt, Oliver Thomas

Fachgebiet Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik
Universität Osnabrück
Katharinenstr. 3
49069 Osnabrück
{phreinke|rbreitsc|othomas}@uos.de

Abstract: Mobile Informationssysteme werden schon lange in unterschiedlichen Bereichen eingesetzt. Sie bieten eine nahezu überall und jederzeit zugängliche Informationsquelle und können, wenn im richtigen Kontext eingesetzt, Prozesse sinnvoll unterstützen. Auch im Bereich der Notfallmedizin halten mobile IT-Systeme zunehmend Einzug. Dieser Beitrag bietet einen Einblick in ein aktuelles Forschungsvorhaben. Dargestellt wird eine Erhebung zu den Einsatzpotenzialen bei Einsatzkräften aus Rettungsdienst und Katastrophenschutz zu Einsatz und Risiken mobiler Unterstützungssysteme. Die Analyse der Potenziale bietet die Grundlage für weitergehende Implementierungen in dieser Domäne. Vor- und nachgelagerte Prozesse müssen durch das skizzierte System ebenso unterstützt und vereinfacht werden wie der eigentliche Prozess der Menschenrettung. Auch mögliche Auswirkungen auf die Infrastruktur müssen bei der Entwicklung berücksichtigt werden, so dass das System eine ganzheitliche Sicht auf die präklinische Notfallmedizin zu werfen hat.

1 Forschungsgegenstand

Begriffe wie „Ubiquitous Computing“ stehen mittlerweile auch im Gesundheitswesen für einen Trend hin zum allgegenwärtigen Vorhandensein von rechnergestützter Datenverarbeitung [GRS06; Ha06]. Durch moderne Smartphones, Tablet-PCs und Netbooks können beispielsweise jederzeit an beliebigen Orten die gerade benötigten Informationen gesucht werden. In einigen industriellen Anwendungsszenarien, wie dem technischen Kundendienst, wird ebenfalls seit längerem auf mobil nutzbare Assistenzsysteme gesetzt [BTR11]. Bspw. bei [Rü07; KTW04] wird der Rettungsdienst parallel zum Bereich der technischen Wartung betrachtet. Von Letzterem eine zeitgemäße IT-Nutzung abzuleiten, bietet sich aufgrund vieler Ähnlichkeiten an: beide haben als Dienstleistung gemein, dass sie in der Bewegung und an häufig wechselnden Einsatzorten ausgeübt werden, wobei die primäre Aufgabe in der realen, nicht in der virtuellen Welt liegt [Rü03]. Zudem sind die eigentlichen Dienstleistungserbringer häufig auf sich allein gestellt. Rügge (2007)

und Amberg, Lang (2011) beschreiben vor allem einen Trend hin zur Ausstattung von Servicemitarbeitern mit mobil einsetzbaren IT-Anwendungen [Rü07; AL11]. Hieraus lassen sich Rückschlüsse auf eine zeitgemäße technologische Unterstützung gewinnen, denn im Rettungsdienst existieren ähnlich geartete Aufgabenschwerpunkte wie im technischen Kundendienst: zum einen der komplexe Prozess der Betreuung selbst sowie die Dokumentation dieses Vorgangs. In Abgrenzung dazu sind die Qualitätsansprüche im Umgang mit Menschen ungleich andere als bei Maschinen.

Es lässt sich beobachten, dass im Rettungsdienst bereits verstärkt auf mobil nutzbare Computersysteme gesetzt wird, um die Ärzte und das Rettungsdienstpersonal bei der Patientenversorgung zu unterstützen [Rü03; PS09; RS05]. Problematisch bei vielen existierenden Lösungen ist jedoch, dass diese immer nur bei bestimmten Teilprozessen wie bspw. der Dokumentation und Notfallbildern ansetzen.

Dieser Beitrag bietet einen Überblick über ein aktuelles Forschungsprojekt an der Universität Osnabrück welches sich speziell mit der Verbesserung von Prozessen in der Präklinik beschäftigt. Er bietet einen Einblick in eine große Erhebung sowie eine Ableitung von Hypothesen bezüglich der Anforderungen an derartige Assistenzsysteme. Der resultierende Anforderungskatalog, der umfassend beschreibt wie sowohl in der eigentlichen präklinischen Notfallmedizin als auch in vor- und nachgelagerten Prozessen eine Unterstützungsfunktion gewährleistet werden kann, wird im Verlauf kurz skizziert.

2 Methodisches Vorgehen bei der Erhebung

Für die Erhebung der möglichen Einsatzszenarien wurde eine empirische Erhebung per Online-Umfrage durchgeführt. Die Wahl dieser Methode zur Datenerhebung erfolgte, um eine möglichst hohe Teilnehmerzahl verschiedener im Rettungsdienst tätiger Berufsgruppen zu erreichen. Die Umfrage bestand aus 22 offenen und geschlossenen Fragen. Zu dichotomen Antwortoptionen konnte nach [Ka10] zudem die Entscheidungsbegründung in Form qualitativer Aussagen dargelegt werden. Die Teilnehmer wurden aufgefordert, anstatt bloßer quantitativer auch qualitative Rückmeldungen einzubringen [KM05]. Die 22 Fragen lassen sich inhaltlich in folgende drei Cluster einteilen:

1. Qualifikation, Berufserfahrung und Einsatzort der Teilnehmer

2. Wissen, Verbreitung und Abweichung von medizinischen Algorithmen

3. IT-Unterstützung von Algorithmen und Dokumentation

Die Auswertung fand mittels statistischer Verfahren statt, darüber hinaus wurden bei speziellen Fragen mehrdimensionale Abhängigkeiten analysiert.

3 Ergebnisse

Insgesamt nahmen an der Erhebung **290 Personen** aller rettungsdienstlicher Qualifikationen teil. Die Teilnehmer gaben ausführlich Auskunft über die Struktur und Organisation ihrer Rettungsdienstbereiche sowie über ihrer subjektiven Anforderungen an ein mobiles Assistenzsystem für die Präklinik.

Die sich ergebenden möglichen Einsatzgebiete sind äußerst weit gestreut und sollen an dieser Stelle nur kurz skizziert werden. Die dargestellten Ergebnisse stellen eine Auswahl der dar, die insbesondere anhand der Häufigkeit der Nennung ausgewählt wurden. Vorhergesehene Verbesserungen der Prozessqualität und des Versorgungsergebnisses des Notfallpatienten lassen sich anhand mehrerer Einzelanwendungen erzielen, sich auf drei große Obergruppen zusammenführen lassen. Diese Obergruppen können gleichzeitig als zukünftige Kernkomponenten angesehen werden:

1. **Zusammenführung aller med. Informationen** (insb. Vitalparameter) des Patienten in einem Anwendungssystem i. S. e. holistischen Patientenmonitorings

2. Ein **med. Assistenzsystem** als Daten- und Informationsbasis

3. **Weitere Funktionen** für Einsätze abseits der Routine (z.B. Unterstützung in Großschadenslagen)

Das aus dem sich ergebenen Anforderungskatalog resultierende System basiert auf einem zentralen Server als zwischengeschaltetes Kommunikations- und Speichermedium. Spezielle Funktionseinheiten können die jeweils benötigten Informationen extrahieren und bearbeiten. Durch den Einsatz der mobilen Datenerfassung wird u.a. die Abrechnungsstelle entlastet, da Einsatzdaten nicht mehr doppelt, d.h. auf dem Papierprotokoll und bei der Fakturierung, erfasst werden müssen. Durch elektronisch vorhandene Patienteninformationen (Vitalparameter, Diagnosen, etc.) wird die Basis für medizinisches Qualitätsmanagement geboten. Weitere Informationen wie der Fahrzeugstatus und die dazugehörige Zeit sollen ebenfalls automatisch übernommen werden. Während des Einsatzes unterstützt das Datenterminal die Einsatzkräfte mit der prozessorientierten Einbringung von Informationen in den Behandlungsprozess. Dabei werden Vitalparameter aus den medizinischen Geräten wie Beatmungsgerät und EKG automatisch übernommen und protokolliert. Bei der Übergabe werden die kompletten Patienteninformationen an das Zielkrankenhaus überspielt. In Sonderlagen unterstützt das System die Einsatzleitung vor allem in der Patientenregistrierung und der Disposition der Einsatzfahrzeuge. Wichtig ist gerade in diesem Zusammenhang, dass die Systeme an der Einsatzstelle auch bei beschädigter Infrastruktur (z.B. fehlender Internetverbindung) autark funktioniert.

Insgesamt muss für den Einsatz in der Präklinik ein System entwickelt werden, welches in der Lage ist die rettungsdienstlichen Prozesse sowohl im Einsatz selbst, als auch in der vor- und nachgelagerten Organisation wirkungsvoll zu unterstützen. Es muss insbesondere in der Lage sein, autark bei widrigen Bedingungen wie mangelnder Internetverbindung zu funktionieren.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen dieser Arbeit wurden durch eine Online-Erhebung der Bedarf und insbesondere die Anforderungen an ein mobiles Anwendungssystem erhoben. Das daraus resultierende soll die Möglichkeit bieten, die benötigten Daten prozessorientiert in den Einsatz einzubringen. Neben medizinischen Behandlungsinformationen hat es die Einsatzkräfte mit organisatorischen Informationen zu versorgen. Zur Weiterentwicklung sind neben zusätzlichen sicherheitsrelevanten Aspekten u.a. noch weitere Arbeiten im Hinblick auf Akzeptanz und Usability, sowie weitergehende Arbeiten zu Anforderungen von Nöten. Beachtet werden müssen daneben noch weitere kritische Faktoren bei der Entwicklung, speziell Sicherheitsaspekte bei der Übertragung von kritischen und/oder persönlichen Informationen, Dauer und Zuverlässigkeit der Transaktionen zwischen dem System und der zentralen Speichereinheit sowie die Zuverlässigkeit des Systems als Ganzes im Einsatz, insbesondere in Extremsituationen.

Insgesamt ergeben sich durch die Einsatzhintergründe noch große Hürden für die für einen sinnvollen Einsatz entsprechende Gegenmaßnahmen getroffen werden müssen. Hierdurch ergibt sich jedoch die Chance, eine verbesserte Patientenversorgung und zugleich eine wirtschaftlichere Organisation zu bieten aus der sich insgesamt ein Mehrwert für Patient und Notfallrettung entwickelt.

Literatur

[AL11] Amberg, M.; Lang, M. Hrsg.: Innovation durch Smartphone & Co. Die neuen Geschäftspotenziale mobiler Endgeräte. Symposion, Düsseldorf, 2011.

[BTR11] Breitschwerdt, R.; Thomas, O.; Robert, S.: Mobile Anwendungssysteme zur Unterstützung ambulanter Pflegedienstleistungen: Anforderungsanalyse und Einsatzpotenziale. Proceedings MoCoMed 2010, Mannheim. In GMS Med Inform Biom Epidemiol, 7(1); Doc04.

[GRS06] Gräfe, A.; Rashid, A.; Scheermesser, M.: Einflüsse von aktuellen Trends und Stakeholderinteressen auf die Verbreitung von Pervasive Computing im Gesundheitswesen. Eine interdisziplinäre Betrachtung. In (German Medical Science Hrsg.): eProceedings 51. Jahrestagung Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V. (gmds), Leipzig. http://www.egms.de/static/en/meetings/gmds2006/06gmds278.shtml. Abruf am 07.05.2010.

[Ha06] Haux, R.: Health information systems – past, present, future. In International Journal of Medical Informatics. Jg. 75, Nr. 3-4, 2006; S. 268-281.

[Ka10] Kallus, K. W.: Erstellung von Fragebogen. UTB, Stuttgart, 2010.

[KM05] Kaplan, B.; Maxwell, J. A.: Qualitative Research Methods for Evaluating Computer Information Systems. In (Anderson, J. G.; Aydin, C. E. Hrsg.): Evaluating the Organizational Impact of Healthcare Information Systems. Springer, New York, 2005; S. 30-55.

[KTW04] Kornak, A.; Teutloff, J.; Welin-Berger, M.: Enterprise guide to gaining business value from mobile technologies. Wiley, Hoboken/NJ, 2004.

[PS09] Picot, A.; Schmid, M. S.: Mobilisierung von Wertschöpfungsprozessen durch innovative und sichere Informationstechnologie. Institut für Information, Organisation und Management - Ludwig-Maximilians-Universität, München, 2009.

[RS05] Reynolds, P. L.; Strayer, S. M.: “Where in the World Wide Web Do I Find All This Stuff?” Finding Medical Software and Information on the Web for Handheld Computers. In (Strayer, S. M.; Reynolds, P. L.; Ebell, M. H. Hrsg.): Handhelds in Medicine. A Practical Guide for Clinicians. Springer, New York, 2005; S. 77-96.

[Rü03] Rügge, I.: Mobile Lösungen für mobile Tätigkeiten. In (Kroll, M.; Lipinski, H. G.; Melzer, K. Hrsg.): Mobiles Computing in der Medizin. Proceedings MoCoMed 2003, Dortmund. Gesellschaft für Informatik - Köllen, Bonn, 2003; S. 101-107.

[Rü07] Rügge, I.: Mobile Solutions. Einsatzpotenziale, Nutzungsprobleme und Lösungsansätze. Dissertation, Universität Bremen. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, 2007.

Wann sind Tablet PCs die besseren Lernwerkzeuge? Ein empirischer Vergleich unterschiedlicher Endgeräte im Mobile Learning

René Wegener, Sarah Oeste, Andreas Prinz, Jan Marco Leimeister

Fachgebiet Wirtschaftsinformatik
Universität Kassel
Nora-Platiel-Str. 4
34127 Kassel
{wegener|sarah.oeste|prinz|leimeister@wi-kassel.de}

Abstract: Moderne Tablet PCs erscheinen aufgrund kurzer Ladezeiten, hoher Benutzerfreundlichkeit und ihrer natürlichen Integration in den Vorlesungssaal als ideale Werkzeuge im Mobile Learning. Es existieren jedoch nur wenige Studien, welche die Auswirkungen des Einsatzes von Tablet PCs im Hinblick auf Zufriedenheit und Aktivierung der Lernenden direkt mit klassischen Laptops vergleichen. Um diese Forschungslücke zu schließen, wurden im Rahmen eines Pilotprojekts an der Universität Kassel unterschiedliche Mobile Learning Anwendungen innerhalb und außerhalb einer Massenvorlesung eingesetzt. Die Studierenden hatten teilweise Zugriff über Tablet PCs, teilweise über Laptops. Zum Semesterende wurden mittels einer Online Umfrage (n =128) ermittelt, wie sich die Nutzung der Lernanwendungen und die Zufriedenheit der Studierenden der beiden Vergleichsgruppen unterschieden. Dabei zeigte sich, dass die Nutzer der Tablet-PCs zufriedener mit Anwendungen zur Teilnehmeraktivierung im Vorlesungssaal waren. Bei außerhalb der Vorlesung eingesetzten Selbstlernmaterialien dagegen zeigten sich teilweise bessere Ergebnisse in der Gruppe der Laptop-Nutzer. Der praktische Beitrag dieser Arbeit liegt in der Identifikation von sinnvollen Einsatzfeldern für die jeweilige Gerätekategorie auf Basis der Ergebnisse. Er liefert zudem empirisch begründete Beschreibungsansätze der Auswirkungen unterschiedlicher Endgeräte auf die Lernerfahrung.

1 Einsatz von Tablet PCs im Mobile Learning

Mobile Learning (ML) ist eine Form des eLearning, bei der mobile Endgeräte, Drahtlosnetzwerke und das Internet tragende Rollen spielen [Mo07]. Dies ermöglicht, Dienste und Inhalte orts- und zeitunabhängig abzurufen. Mobilität bezieht sich dabei sowohl auf einen selbstgesteuerten Einsatz außerhalb fester Lehrinstitutionen als auch auf die Einbindung der Geräte in bestehende Präsenzveranstaltungen im Sinne eines Blended Learning Ansatzes [DL07]. Vor diesem Hintergrund wird gegenwärtig insbesondere Tablet PCs ein großes Potenzial zugesprochen, ein wertvolles Werkzeug im ML darzustellen.

Hochwertige Tablet PCs weisen einige vielversprechende Unterschiede zu klassischen Laptops auf, so z.B. den durchgehenden Stand-By, kurze Ladezeiten, permanente Verbindung zum WLAN. Es befindet sich kein aufgeklappter Bildschirm zwischen Lernendem und Dozenten, zudem sind die Geräte platzsparend und schnell einsatzfähig. Zugleich ist mit hohen Absätzen der Geräte in den kommenden Jahren zu rechnen[2]. Damit ist es von praktischem wie wissenschaftlichem Interesse, die Potenziale von Tablet PCs als Lernwerkzeuge im ML genauer zu untersuchen. Studien hierzu sind jedoch bislang selten, da Tablet PCs erst seit rund zwei Jahren ein wirklich beachtliches Maß an Verbreitung finden. Während mittlerweile zwar konzeptionelle Arbeiten sowie Studien zum Einsatz von Tablet PCs in der Lehre generell existieren [Li10], [Xi09], sind vergleichende Studien zum Einsatz von Tablet PCs und Laptops noch selten. Erste qualitative Einblicke hierzu liefern Alvarez et al. [ABN11], deren Ergebnisse darauf hindeuten, dass Tablet PCs sich natürlicher in den Lernprozess einfügen und von den Lernenden positiver wahrgenommen werden. In der vorliegenden Arbeit wurde ein direkter Vergleich von Tablet PCs und Laptops im Hinblick auf ihr Potenzial zur Teilnehmeraktivierung sowie die generelle Zufriedenheit der Lernenden im Rahmen eines Pilotprojektes durchgeführt. Es soll damit der Frage nachgegangen werden, für welche Form von ML-Anwendungen Tablet PCs sich besonders oder weniger gut eignen. Die Arbeit ist wie folgt gegliedert: Zunächst wird das der Fallstudie zugrunde liegende Lernszenario genauer beschrieben. Danach wird auf die Methodik der Datenerhebung eingegangen, die Ergebnisse werden dargestellt und diskutiert.

2 Lernszenario der Fallstudie

Den Rahmen der Fallstudie bildet ein Pilotprojekt an der Universität Kassel. Im Wintersemester 2010/11 wurden dabei rund 150 Tablet PCs (Apple iPad) an Studierende einer Lehrveranstaltung zur Einführung in die Wirtschaftsinformatik ausgeliehen. Es handelt sich um eine Grundlagenveranstaltung mit ca. 250 Teilnehmern, vorwiegend Bachelorstudenten der Wirtschaftswissenschaften. Die Geräte wurden an Studierende ausgeliehen, die nicht im Besitz eines eigenen mobilen Endgerätes waren, und sich für die Teilnahme am Projekt interessierten. Die Ausleihe der mobilen Endgeräte erfolgte für ein komplettes Semester und schließt eine private Nutzung mit ein. Da neben den Tablet PCs noch Laptops zur Ausleihe zur Verfügung standen und zudem ein Großteil der Studierenden bereits über eigene Geräte verfügte, wurde eine komplette Abdeckung mit mobilen Endgeräten erreicht. Im Rahmen der Lehrveranstaltung wurden die Geräte auf unterschiedliche Weise eingesetzt. Einerseits wurden während der Präsenztermine zwei Arten von Teilnehmeraktivierungen geschaltet, die als eine Art aktivierende Pause fungieren [Ol99], andererseits wurden außerhalb der Vorlesung Selbstlernmaterialien angeboten.

[2] S. Gartner Newsroom: http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1800514

Bei der ersten Präsenzübung, „Co-Create Your Exam!“, erstellen die Studierenden Wahr-Falsch-Aussagen zu den Inhalten der Veranstaltung und tauschen diese mit Ihren Kommilitonen. In der zweiten Übung, „Peer Discussion“, diskutieren sie untereinander mögliche Lösungen zu vorgegebenen Aufgaben und stimmen anschließend ab. Außerhalb des Vorlesungssaals wurden als Selbstlernmaterialien Videoaufzeichnungen der Lehrveranstaltung sowie Web Based Trainings (WBTs) zu spezifischen Inhalten der Veranstaltung angeboten, die Texte, Animationen und interaktive Übungen enthalten und eine Bearbeitungsdauer von jeweils ca. 30 Minuten aufweisen.

3 Datenerhebung und Ergebnisse

Die Datenerhebung basiert auf einem freiwilligen Onlinefragebogen, welcher zum Semesterende drei Tage lang online verfügbar war. Im Ergebnis haben 128 Studierende den Fragebogen ausgefüllt (Teilnahmequote ca. 54%), davon 66 Studierende mit Tablet PC und 62 mit Laptop. Welches Gerät ein Teilnehmer benutzt hat, wurde über Selbstauskunft ermittelt. Ein Kolmogorov-Smirnov-Test zeigte, dass die Daten nicht normal verteilt waren. Daher wurde der nicht-parametrische Mann-Whitney-U-Test angewendet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zu finden mit Angabe der Mittelwerte sowie dem Signifikanzniveau der Mittelwertsunterschiede. Signifikante Werte sind mit einem Stern markiert. Innerhalb der Kategorie „Interaktivität“ unterscheiden sich die Mittelwerte der Vergleichsgruppen deutlich, jedoch statistisch betrachtet knapp nicht signifikant. Die relativ großen Unterschiede in beiden Gruppen sowie die nur knapp verfehlte Signifikanz deuten darauf hin, dass es möglicherweise doch eine unterschiedliche Wahrnehmung in Abhängigkeit des Endgerätes gibt. Diese Vermutung wird durch die weiteren Ergebnisse im Bereich der Teilnehmeraktivierung untermauert. Die Mittelwerte fallen bei der Vergleichsgruppe der Tablet PCs jeweils besser aus. Dies kann als Zeichen dafür interpretiert werden, dass die Nutzung eines Tablet-PC bei den Studierenden eine positive Wirkung auf deren Beteiligung hat. Die Vorteile von Tablet PCs wie schnelles Hochfahren und Versetzen in den Standby-Modus könnten hier eine entscheidende Rolle spielen. Unter die Kategorie der Selbstlernmaterialien fallen die eingesetzten WBTs sowie die Videomitschnitte. Im Gesamtmittelwert weisen die WBTs keinen Unterschied zwischen beiden Vergleichsgruppen auf. Mit einem Wert von 2,2 ist festzuhalten, dass die WBTs insgesamt sehr positiv wahrgenommen wurden. Ein dagegen überraschenderes Bild zeigen die Videos: Diese werden im Schnitt von der Vergleichsgruppe der Laptop-Nutzer deutlich positiver wahrgenommen. Bei den Items „Aktive Nutzung der Videos“ und „Videos sind hilfreich bei der Nachbereitung der Vorlesung“ liegen die Werte auf signifikantem Niveau. Dieses Ergebnis erscheint zunächst überraschend, zumal Tablet PCs eigentlich sehr gut zum komfortablen Abruf von Videos geeignet sind. Die wahrgenommene Qualität der Videos unterscheidet sich zwischen beiden Gruppen kaum. Das deutet darauf hin, dass die Gründe für die unterschiedliche Wahrnehmung weniger im Video an sich liegen, sondern in der Möglichkeit, dieses sinnvoll in den eigenen Lernprozess zu integrieren. Die eingesetzten Tablet PCs bieten keine Möglichkeit zu echtem Multi-Tasking, sodass eine parallele Annotation von Folien o.ä. schwierig ist.

Kategorie	Item	Tablet-PC (n = 66)		Laptop (n = 62)		Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Std-Abw	Mittelwert	Std-Abw	
Inter.	Interaktivität	2,00	0,93	2,27	0,94	0,069
	Studentische Beteiligung	2,48	1,09	2,82	1,26	0,130
	Interaktivität Mittelwert	**2,24**		**2,55**		
Selbstlernmaterial	WBT: Aufbereitung	2,11	0,93	2,11	0,96	0,950
	WBT: Interaktivität	2,12	0,87	2,06	0,90	0,666
	WBT: Hilfe zur Nachbereitung	2,05	0,81	1,98	0,97	0,517
	WBT: Individuelles Lerntempo	2,23	0,84	2,16	0,94	0,677
	WBT: Individueller Lernstil	2,35	0,85	2,45	1,07	0,640
	WBT: Sinnvolle Ergänzung	2,02	0,87	2,06	0,97	0,874
	WBT: Aktive Nutzung	2,61	0,93	2,63	1,16	0,848
	WBT Mittelwert	**2,21**		**2,21**		
	Video: Aufbereitung/ Qualität	2,39	1,14	2,29	1,09	0,664
	Video: Individuelles Lerntempo	2,32	1,14	1,95	1,05	0,053
	Video: Individueller Lernstil	2,21	1,14	1,98	1,22	0,136
	Video: Hilfe zur Nachbereitung*	2,00	0,99	1,68	0,94	0,041
	Video: Aktive Nutzung*	2,61	1,33	1,81	1,16	0,000
	Video Mittelwert	**2,31**		**1,94**		
Teilnehmeraktivierung	Co Create: Lernhilfe	2,67	1,11	2,76	1,24	0,798
	Co Create: Spaßfaktor	2,61	1,08	2,84	1,12	0,254
	Co Create: Sinnvolles Werkzeug	2,32	1,04	2,50	1,08	0,364
	Co Create: Aktive Teilnahme*	2,42	1,20	3,10	1,17	0,003
	Co Create Mittelwert	**2,51**		**2,80**		
	Peer Disc.: Lernhilfe	2,15	0,93	2,39	1,12	0,284
	Peer Disc.: Spaßfaktor	2,23	1,01	2,39	1,09	0,439
	Peer Disc.: Sinnvolles Werkzeug	2,09	0,92	2,15	0,96	0,772
	Peer Disc.: Aktive Teilnahme*	2,11	1,17	2,81	1,33	0,002
	Peer Disc. Mittelwert	**2,15**		**2,44**		

* Signifikanzniveau 0,05 Lickert-Skalierung: [1] bester Wert - [5] schlechtester Wert

Tabelle 2: Auswertung des Fragebogens

Dies könnte einen wichtigen Nachteil darstellen, zumal ein 90 minütiges Veranstaltungsvideo erst in Kombination mit anderen Materialien sinnvoll genutzt werden kann. Die WBTs hingegen bieten ein hohes Maß an Interaktivität und sind in sich geschlossen. Zudem ist zu berücksichtigen, dass die WBTs auf den Tablet PCs installiert werden konnten, wohingegen die Videos lediglich als Stream abrufbar waren. Darin könnte ein weiter möglicher Grund für die verstärkte WBT Nutzung auf Tablet PCs liegen. Die Ergebnisse zu den spezifischen Anwendungen zur Teilnehmeraktivierung zeigen, dass sämtliche Items dieser Kategorie bei der Gruppe der Tablet PCs positiver ausfallen. Die Items zur tatsächlichen Nutzung der Teilnehmeraktivierung zeigen statistisch signifikante Unterschiede. Dies bekräftigt die Vermutung, dass Tablet PCs ideal für kurzfristige Teilnehmeraktivierungen geeignet sind. Eigenschaften wie sofortige Verfügbarkeit sind in diesem Fall vermutlich besonders wichtig. Da auch Items wie der Spaßfaktor der Anwendungen bei den Tablet PC Nutzern tendenziell positiver ausfallen, ist zudem zu vermuten, dass die hohe Nutzerfreundlichkeit derselben einen zusätzlichen positiven Effekt auf die Wahrnehmung der Lernanwendungen seitens der Studierenden ausübt.

Tablet PCs scheinen somit aufgrund leichter Bedienbarkeit und Schnelligkeit gut für Anwendungen innerhalb der Vorlesung geeignet. Sie ermöglichen vermutlich ein „natürlicheres“ Erlebnis im Hörsaal und bilden keine Barriere zum Dozenten. Laptops schei-

nen bei der Nutzung von Videos als Selbstlernmaterial Vorteile aufzuweisen, weil diese Form von Lernmaterial aufgrund des Umfangs und der nötigen Internetanbindung zum mobilen Lernen weniger geeignet ist. Zudem ist die Videonutzung ggf. sinnvoller in Kombination mit anderen Lernmaterialien oder Werkzeugen, was aufgrund des mangelnden Multi-Taskings der eingesetzten Tablet PCs nicht möglich war.

4 Einschränkungen und Ausblick

Bezüglich der Einschränkungen dieser Forschungsarbeit gilt es festzuhalten, dass ein Feldtest durchgeführt wurde, bei dem keine Experimentalbedingungen vorlagen. Die Verteilung der Endgeräte ist nicht komplett zufällig erfolgt, da eine Anmeldung der Teilnehmer zum Projekt erforderlich war. Da viele Unterschiede zwar augenscheinlich waren, jedoch nicht statistisch signifikant, besitzen bestimmte Schlussfolgerungen nur beschränkte Aussagekraft. Insbesondere bleibt festzuhalten, dass die beiden vorgestellten Vergleichsgruppen zwar teils signifikante Unterschiede in Zufriedenheit und Nutzung aufweisen, hiermit jedoch keine direkten Ursache-Wirkung-Zusammenhänge nachgewiesen wurden, sondern zunächst nur vermutet werden können. Trotz der genannten Einschränkungen liefert diese Arbeit Anhaltspunkte, in welchen Bereichen Tablet PCs als Lernwerkzeuge möglicherweise Vorteile gegenüber Laptops aufweisen.

Literaturverzeichnis

[ABN11] Alvarez, C., Brown, C., Nussbaum, M.: Comparative study of netbooks and tablet PCs for fostering face-to-face collaborative learning. Computers in Human Behavior; 27; 2011; 834-44

[DL07] Duncan-Howell, J.A., Lee, K.T.: M-Learning–Innovations and Initiatives: Finding a place for mobile technologies within tertiary educational settings. Ascilite 2007

[Li10] Li, S.C., Pow, J.W.C., Wong, E.M.L., Fung, A.C.W.: Empowering student learning through Tablet PCs: A case study. Education and Information Technologies; 2010; 1-10

[Mo07] Motiwalla, L.F.: Mobile learning: A framework and evaluation. Computers & Education; 49; 2007; 581-96

[Ol99] Olmsted III, J.: The mid-lecture break: When less is more. Journal of Chemical Education; 76; 1999; 525

[Xi09] Xiang, W., Goh, S., Pather, S., Maxwell, A., Wang, H., Ku, H.: Use of wireless tablet PCs as an effective learning and teaching enhancement tool. Innovate, Collaborate and Sustain; 2009; 1-11

Multiagentensysteme für das Kooperative Verkehrsmanagement

Jana Görmer, Christopher Mumme

Institut für Informatik
TU Clausthal
Julius-Albert-Str. 4
38678 Clausthal-Zellerfeld
Jana.Goermer@tu-clausthal.de
Christopher.Mumme@tu-clausthal.de

Abstract: Der Beitrag beschreibt einen agentenbasierter Ansatz zur autonomen Bildung von Fahrzeugzusammenschlüssen für die Optimierung von Verkehrsflüssen. Der Kernbeitrag ist eine neue gruppenorientierte Fahrmethode. Simulationsexperimente zeigen, dass für die Gruppenbildung möglichst großen Homogenität innerhalb von Gruppen und Heterogenität zwischen Gruppen sinnvoll sind.

1 Motivation

Die Verkehrssysteme der Zukunft haben intelligente Boardcomputer und sind mit Car-to-X Kommunikationsfähigkeiten ausgestattet. Dies stellt neue Herausforderungen an Mechanismen der Beherrschbarkeit und Anpassungsfähigkeit solcher Systeme, deren Organisationsform sich zunehmend von traditionellen hierarchischen Modellen zu dezentralen Multiagentensystemen entwickelt. In unserer Forschung betrachten wir den Einsatz von Protokollen und Methoden für spontane Koordination und Kooperation von Fahrzeugen und Infrastrukturelementen, um den Durchsatz von Verkehrsinfrastrukturen zu verbessern. Wir modellieren Fahrzeuge und Infrastrukturelemente wie Ampeln durch Softwareagenten, die autonome Entscheidungen für die Verkehrsteilnehmer und Kontrollautoritäten treffen und miteinander koordinieren können. Verschiedene Typen von Verkehrsteilnehmern werden mit ihren lokalen Eigenschaften, Präferenzen und Zielen repräsentiert. Wir entwickeln eine dezentrale gruppenorientierte Fahrmethode, die Fahrzeuge mit ähnlichen gewünschten Geschwindigkeiten in Gruppen zusammenfasst, Konflikte löst und in Experimenten positive Effekte auf Gesamtreisezeiten und Durchsatz zeigt.

2 Stand der Technik

Derzeitige Verkehrssimulationen zielen darauf ab, den Verkehrsfluss zu analysieren und zu steuern. Dabei simulieren die meisten Systeme das individuelle Verhalten der Verkehrsteilnehmer [Ba05, Fis05] anhand von mathematischen Modellen. Diese Modelle

beziehen oft Pläne und Ziele der Verkehrsteilnehmer und Kommunikation zwischen den Teilnehmern nicht mit ein.

Multiagenten-basierte Simulation ist hier ein geeigneter Lösungsansatz. Die Vorteile ergeben sich aus den Wechselwirkungen zwischen Agenten und auch Agentengruppen. Bspw. können nicht nur Fahrzeuge als Agenten dargestellt werden, sondern auch weitere Komponenten des Straßenverkehrs (Ampeln). Hier gibt es erste Forschungsansätze, wie bspw. [BOS10, CTJ07], die sich mit agentenbasierter Verkehrskoordination und Routing beschäftigen. Insgesamt ist das Thema der dezentralen Koordination und Kooperation zwischen Fahrzeugen jedoch wenig erforscht. Methoden zur Koordination und Kommunikation werden in [BM04, CTJ07, Sa11] behandelt. Barrett et al. [BSK11] behandeln Modelle zur ad-hoc Teamwork in einer sehr vereinfachten Domäne, ohne Kommunikation und ohne Aspekte aus der Robotik. [Do97, LI96] schlagen verschiedene Gruppenbildungstechniken vor, die auf Koordination und Kooperation basieren. In unserer Forschung erweitern wir existierende Modelle (z.B. das Fahrzeugfolgemodell von Gipps [Gi81]) aus dem Verkehrsbereich für die agentenbasierte Simulation.

Als Basisplattform für die Simulation von Verkehrsszenarien benutzen wir den Verkehrssimulator AIMSUN, den wir mit dem JADE Framework zur Modellierung der Agenten und zur Implementierung des MAS integrieren. Das daraus resultierende "Agent-based Traffic Simulation System (ATSim)" wurde in [CGM11] beschrieben.

3 Gruppenorientierte Fahrmethode (GF)

Die GF-Methode soll Spur- und Geschwindigkeitswahl von Fahrzeugen so koordinieren, dass schnellere Fahrzeuge nicht durch langsamere blockiert werden. Die Fahrzeuge koordinieren sich dezentral über Kommunikation, somit ist keine Anpassung/Erweiterung der Verkehrsinfrastruktur nötig.

Aktuelle Lösungen der Verkehrstelematik ermöglichen Kommunikation zwischen Fahrzeugen innerhalb eines bestimmten Radius. Mit Hilfe des GF wird der Kommunikationsradius vergrößert, indem Informationen über Fahrzeuge durch Multi-Hop-Routing weitergegeben werden. So können Gruppen von schnellen und von langsamen Autos gebildet werden. Jede Gruppe hat einen Gruppenführer. Wenn nun eine schnelle Gruppe von einer langsameren blockiert wird, kommunizieren die Gruppenführer untereinander und einigen sich auf Fahrspuren, die die jeweiligen Gruppen nutzen. Diese Spuren werden dann von allen Fahrzeugen der jeweiligen Gruppen genutzt und so können die schnellen Fahrzeuge den langsameren ausweichen. Die drei Aspekte des GF, (1) das verteilte dynamische Gruppieren von Fahrzeugen, (2) Gruppenkonflikte und (3) die individuelle Fahrzeugkoordination werden im Folgenden beschrieben.

(1): Fahrzeuge, die die gleiche Fahrgeschwindigkeit bevorzugen, gruppieren sich autonom. Eine Fahrzeuggruppe enthält einen Gruppenführer und Mitglieder. Der Gruppenführer ist verantwortlich für die Koordination der Gruppenmitglieder. Er übernimmt die Rolle des Gruppenleiters, er verwaltet die Gruppengröße und entscheidet, wann die Gruppe wieder aufgelöst wird. Die Bewältigung dynamischer Verkehrssituationen erfor-

dert die dynamische Bildung und Verwaltung von Gruppen. Das bedeutet, dass sich die Anzahl der Gruppen und die Anzahl der Mitglieder ändern können.

Der Gruppenalgorithmus besteht aus zwei Phasen: In der ersten Phase sucht ein Fahrzeug mögliche Gruppen und wählt eine Gruppe aus, die seinen Fahreigenschaften (Geschwindigkeit, Verzögerung, Beschleunigung) ähnelt. Der Gruppenleiter dieser Gruppe prüft, ob das Fahrzeug aufgenommen werden kann. Die zweite Phase wird durchgeführt, wenn ein Fahrzeug an keiner Gruppe teilnehmen kann und ggf. eine eigene Gruppe bildet. Dazu bewertet es seine Nachbarfahrzeuge anhand der o.g. Eigenschaften, prüft, ob eine Gruppe gebildet werden kann und koordiniert die Gruppenbildung

(2): Wir definieren einen Konflikt zwischen Gruppen folgendermaßen: *Ein Gruppenkonflikt besteht dann, wenn eine langsamere Gruppe eine schnellere Gruppe aufhält* (vgl. Abbildung 4). So ist es eine Aufgabe der GF, schnelle und langsame Fahrzeuge so zu koordinieren, dass sie sich nicht blockieren.

Eine Konfliktsituation kann durch den Gruppenführer und die Mitglieder erkannt werden. Jedes Fahrzeug sucht nach anderen Gruppen, die potentiell die eigene Gruppe blockieren können und sendet die Informationen darüber an den jeweiligen Gruppenleiter. Die Aufgabe des Gruppenführers besteht nun darin seine Mitglieder auf den Fahrspuren zu koordinieren. Dazu wählt der Gruppenführer die Fahrspur seiner Gruppe nach folgenden Kriterien: (a) Als Gruppenspur soll die Fahrspur gewählt werden, die am wenigsten Spurwechsel der Gruppenmitglieder erfordert oder (b) die Gruppenspur soll sicherstellen, dass schnelle Gruppen nicht durch langsame blockiert werden.

(3): Ein individuelles Fahrzeug sollte immer selbst entscheiden, auf welcher Fahrbahn es fahren möchte, um seine bevorzugte Geschwindigkeit fahren zu können. Im Simulationsmodell wird dies durch eine nutzenbasierte Entscheidungsstrategie abgebildet: Ein Fahrzeug berechnet für alle Fahrspuren Nutzenwerte und wählt die Fahrbahn mit dem größten Nutzen. Die Entscheidung hierbei basiert allein auf lokal wahrgenommene Informationen und ist nicht immer optimal für den gesamten Verkehr.

Jedes Mitglied einer Gruppe erhält eine Empfehlung der Fahrspur durch einen Gruppenführer. Jedoch ist ein Fahrzeug nicht verpflichtet, der Empfehlung zu folgen. Es kann eine andere Fahrspur wählen, wenn dies einen höheren lokalen Nutzen verspricht.

4 Experimentelle Validierung

Unser Simulationsszenario beschreibt drei verschiedenen Typen von Verkehrsteilnehmern mit den Eigenschaften gewünschte Geschwindigkeit in km/h (v), maximale Verzögerung in m/s² (d) und Beschleunigung in m/s² (a): Die Klasse FAST (v=160, d=-8, a=6), die Klasse MEDIUM (v=80, d=-8, a=4), und die Klasse SLOW (v=60, d=-6, a=2). Dieser Test wurde zweimal mit AIMSUN generiert. Zuerst wurden Daten mit den AIMSUN-Standardfahreinstellungen gesammelt, dann wurde für einen zweiten Durchlauf die gruppenorientierte Fahrmethode genutzt.

Die gruppenorientierte Fahrmethode berücksichtigt die gewünschte Geschwindigkeit von Fahrzeugen, löst Konflikte und verbessert Verzögerungs- und Beschleunigungszeiten, sodass Ziele schneller erreicht werden können ohne Behinderung von anderen Fahrzeugen. Dadurch werden Geschwindigkeiten von allen Fahrzeugen verbessert und es ergibt sich eine bessere Reisezeit für individuelle Fahrzeuge durch die implementierten Koordinationsmechanismen wie in Abbildung 4 zu sehen. Die Abbildung zeigt die Geschwindigkeiten aller Verkehrsteilnehmerklassen.

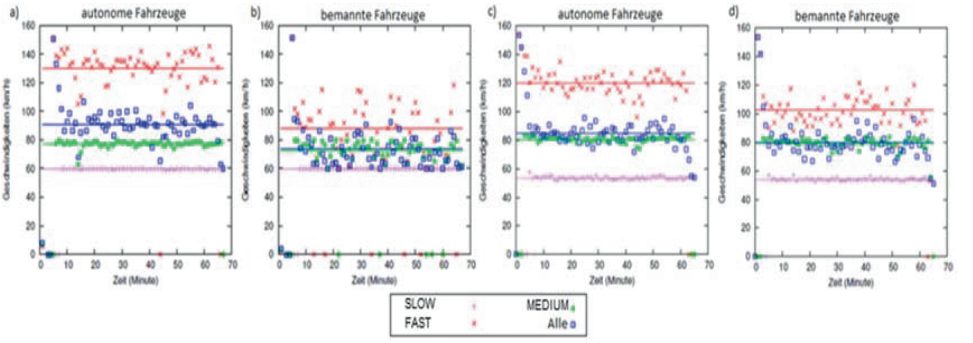


Abbildung 4: Ergebnisse der Simulation

(a) stellt die Simulationsergebnisse für autonome Fahrzeuge mit GF dar, während (b) die Ergebnisse der Simulation mit Standardparametern zeigt. Auf den ersten Blick erkennt man in (a), dass die durchschnittlichen Geschwindigkeiten der Fahrzeugklassen deutlich unterschiedlich sind: für die Klasse FAST 130km/h (roter Balken), für MEDIUM 77km/h und für SLOW 60km/h, was jeweils recht nahe an den gewünschten Geschwindigkeiten lieg. Im Vergleich sind die Geschwindigkeiten der bemannten Fahrzeugklassen in (b) bei FAST fast 60km/h niedriger als bei den autonomen Fahrzeugen; bei MEDIUM mit 72km/h 5km/h langsamer als die autonomen und für SLOW ungefähr gleichschnell. Der Durchschnitt ist mit der „blauen Durchschnittslinie“ für alle Fahrzeuge gebildet und liegt mit 91km/h bei den autonomen Fahrzeugen deutlich höher als bei den bemannten Fahrzeugen mit rund 74km/h. Diese Unterschiede in den Geschwindigkeiten haben großen Einfluss auf die Verzögerungszeiten von Fahrzeugen; dies schlägt sich auf die Gesamtreisezeiten nieder.

Um reelle Verkehrsbedingungen besser anzunähern, haben wir die Eigenschaften der Gruppen etwas angepasst. Tabelle 2 und Abbildungen 4(c) und 4(d) zeigen die Simulationsergebnisse mit leichten Veränderungen der Eigenschaften. Die Konfiguration erlaubt zwei Fahrzeugen innerhalb einer Gruppe, die gewünschte Geschwindigkeit maximal um 10km/h zu variieren. Maximale Verzögerung und Beschleunigung dürfen um $0.5\ m/s^2$ variieren: FAST (v=[150, 160], d=[-7.5, -8], a=[5.5, 6]), MEDIUM (v=[80, 90], d=[-7.5, -8], a=[3.5, 4]) und RK (v=[50, 60], d=[-5.5, -6], a=[2, 2.5]).

Die Simulation in (c) und (d) zeigt, dass heterogene Gruppen eine negative Auswirkung auf die Geschwindigkeit der autonomen Fahrzeuge haben. Insbesondere die langsamen Fahrzeuge (SLOW) werden, verglichen mit den bemannten Fahrzeugen, oft verzögert, da diese mit der Harmonisierung der Geschwindigkeiten und kooperativen Spurwechsel

beschäftigt sind. Daraus schließen wir, dass bei der die Bildung möglichst homogener Gruppen angestrebt werden sollte. Beide Experimente zeigen jedoch auch, dass große Unterschiede *zwischen* den Fahrzeuggruppen insgesamt bessere Ergebnisse für die Gesamtreisezeit der gruppenorientierten Fahrmethode bringen.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Das Papier beschreibt eine neue Methode zur Bildung von Fahrzeuggruppen mit koordinierter Spur- und Geschwindigkeitswahl innerhalb einer Gruppe. Simulationsergebnisse bestätigen die Hypothese, dass der Gruppenbildung die Homogenität der Gruppen bzgl. der Eigenschaften anzustreben ist. Andererseits bringt die gruppenorientierten Fahrmethode bessere Ergebnisse, wenn die Unterschiede zwischen den Fahrzeuggruppen größer sind. Offen bleibt die Validierung dieser Hypothesen für hohe Verkehrsaufkommen.

Zukünftige Forschung wird die gruppenorientierte Fahrmethode um Koordinationsverfahren zwischen Fahrzeuggruppen und Infrastrukturelementen (wie Ampeln) zur weiteren Reduktion der Reisezeiten erweitern.

Literaturverzeichnis

[Ba05] Barceló, J; Codina, E; Casas, J; Ferrer, JL; García, D (2005): Microscopic traffic simulation: A tool for the design, analysis and evaluation of intelligent transport systems. Journal of Intelligent and Robotic 2-3:173-203.

[BM04] Bauer B.; Müller, J.P. (2004), Methodologies and Modelling Languages. In Luck, Ashri, d'Inverno, eds., Agent-Based Software Development (p. 77–131). Artech House.

[BSK11] Barrett, S; Stone, P; Kraus S (2011): Empirical evaluation of ad hoc teamwork in the pursuit domain. *In Proc. of 11th AAMAS*, 567-574.

[BOS10] Bazzan, ALC; de Oliveira, D; da Silva, BC (2010): Learning in groups of traffic signals. Eng. Appl. Artif. Intell., 23:560-568.

[CC95] Chu-Carroll, J; Carberry, S (1995). Communication for conflict resolution in multiagent collaborative planning. In *Proc. of Int. Conf. on Multi-Agent Systems*, pages 49-56.

[CGM11] Chu, VH; Görmer, J; Müller, JP (2011): ATSim: Combining AIMSUM and jade for agent-based traffic simulation. *In Proc. of the 14th CAEPIA*.

[CTJ07] Consoli, A; Tweedale, J; Jain, L (2007): An architecture for agent coordination and cooperation. *In Proc. of KES 2007 11th International Conference on Knowledge-Based Intelligent Engineering Systems*, pages 934-940.

[Do97] Doran, JE; Franklin, S; Jennings, NR; Norman TJ (1997): On cooperation in multiagent systems.

[Gi81] Gipps, P (1981): A behavioural car-following model for computer simulation. Transportation Research Part B: Methodological, 15:105-111.

[LI96] Luck, M; Inverno, M (1996): Engagement and cooperation in motivated agent modelling. In Zhang and Lukose, editors, Distributed Artificial Intelligence Architecture and Modelling: *Proc. of the First Australian Workshop on DAI*, pages 70-84.

[Vis05] VISSIM 4.10 User Manual (2005), PTV AG, Karlsruhe, Germany.

[Sa11] Salazar, N; Rodriguez-Aguilar, JA; Arcos, JL; Peleteiro, A; Burguillo-Rial, JC (2011). Emerging cooperation on complex networks. *In Proc. of 10th AAMAS*, pages 669-676.

[TCM01] Tessier, C; Chaudron, L; Müller, HJ (2001). Conflicting Agents. Kluwer Aca.

GI-Edition Lecture Notes in Informatics

P-1 Gregor Engels, Andreas Oberweis, Albert Zündorf (Hrsg.): Modellierung 2001.

P-2 Mikhail Godlevsky, Heinrich C. Mayr (Hrsg.): Information Systems Technology and its Applications, ISTA'2001.

P-3 Ana M. Moreno, Reind P. van de Riet (Hrsg.): Applications of Natural Lan-guage to Information Systems, NLDB'2001.

P-4 H. Wörn, J. Mühling, C. Vahl, H.-P. Meinzer (Hrsg.): Rechner- und sensorgestützte Chirurgie; Workshop des SFB 414.

P-5 Andy Schürr (Hg.): OMER – Object-Oriented Modeling of Embedded Real-Time Systems.

P-6 Hans-Jürgen Appelrath, Rolf Beyer, Uwe Marquardt, Heinrich C. Mayr, Claudia Steinberger (Hrsg.): Unternehmen Hochschule, UH'2001.

P-7 Andy Evans, Robert France, Ana Moreira, Bernhard Rumpe (Hrsg.): Practical UML-Based Rigorous Development Methods – Countering or Integrating the extremists, pUML'2001.

P-8 Reinhard Keil-Slawik, Johannes Magenheim (Hrsg.): Informatikunterricht und Medienbildung, INFOS'2001.

P-9 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp (Hrsg.): Innovative Anwendungen in Kommunikationsnetzen, 15. DFN Arbeitstagung.

P-10 Mirjam Minor, Steffen Staab (Hrsg.): 1st German Workshop on Experience Management: Sharing Experiences about the Sharing Experience.

P-11 Michael Weber, Frank Kargl (Hrsg.): Mobile Ad-Hoc Netzwerke, WMAN 2002.

P-12 Martin Glinz, Günther Müller-Luschnat (Hrsg.): Modellierung 2002.

P-13 Jan von Knop, Peter Schirmbacher and Viljan Mahni_ (Hrsg.): The Changing Universities – The Role of Technology.

P-14 Robert Tolksdorf, Rainer Eckstein (Hrsg.): XML-Technologien für das Semantic Web – XSW 2002.

P-15 Hans-Bernd Bludau, Andreas Koop (Hrsg.): Mobile Computing in Medicine.

P-16 J. Felix Hampe, Gerhard Schwabe (Hrsg.): Mobile and Collaborative Business 2002.

P-17 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp (Hrsg.): Zukunft der Netze –Die Verletzbarkeit meistern, 16. DFN Arbeitstagung.

P-18 Elmar J. Sinz, Markus Plaha (Hrsg.): Modellierung betrieblicher Informationssysteme – MobIS 2002.

P-19 Sigrid Schubert, Bernd Reusch, Norbert Jesse (Hrsg.): Informatik bewegt – Informatik 2002 – 32. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) 30.Sept.-3. Okt. 2002 in Dortmund.

P-20 Sigrid Schubert, Bernd Reusch, Norbert Jesse (Hrsg.): Informatik bewegt – Informatik 2002 – 32. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) 30.Sept.-3. Okt. 2002 in Dortmund (Ergänzungsband).

P-21 Jörg Desel, Mathias Weske (Hrsg.): Promise 2002: Prozessorientierte Methoden und Werkzeuge für die Entwicklung von Informationssystemen.

P-22 Sigrid Schubert, Johannes Magenheim, Peter Hubwieser, Torsten Brinda (Hrsg.): Forschungsbeiträge zur "Didaktik der Informatik" – Theorie, Praxis, Evaluation.

P-23 Thorsten Spitta, Jens Borchers, Harry M. Sneed (Hrsg.): Software Management 2002 – Fortschritt durch Beständigkeit

P-24 Rainer Eckstein, Robert Tolksdorf (Hrsg.): XMIDX 2003 – XML-Technologien für Middleware – Middleware für XML-Anwendungen

P-25 Key Pousttchi, Klaus Turowski (Hrsg.): Mobile Commerce – Anwendungen und Perspektiven – 3. Workshop Mobile Commerce, Universität Augsburg, 04.02.2003

P-26 Gerhard Weikum, Harald Schöning, Erhard Rahm (Hrsg.): BTW 2003: Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web

P-27 Michael Kroll, Hans-Gerd Lipinski, Kay Melzer (Hrsg.): Mobiles Computing in der Medizin

P-28 Ulrich Reimer, Andreas Abecker, Steffen Staab, Gerd Stumme (Hrsg.): WM 2003: Professionelles Wissensmanagement – Er-fahrungen und Visionen

P-29 Antje Düsterhöft, Bernhard Thalheim (Eds.): NLDB'2003: Natural Language Processing and Information Systems

P-30 Mikhail Godlevsky, Stephen Liddle, Heinrich C. Mayr (Eds.): Information Systems Technology and its Applications

P-31 Arslan Brömme, Christoph Busch (Eds.): BIOSIG 2003: Biometrics and Electronic Signatures

P-32 Peter Hubwieser (Hrsg.): Informatische Fachkonzepte im Unterricht – INFOS 2003

P-33 Andreas Geyer-Schulz, Alfred Taudes (Hrsg.): Informationswirtschaft: Ein Sektor mit Zukunft

P-34 Klaus Dittrich, Wolfgang König, Andreas Oberweis, Kai Rannenberg, Wolfgang Wahlster (Hrsg.): Informatik 2003 – Innovative Informatikanwendungen (Band 1)

P-35 Klaus Dittrich, Wolfgang König, Andreas Oberweis, Kai Rannenberg, Wolfgang Wahlster (Hrsg.): Informatik 2003 – Innovative Informatikanwendungen (Band 2)

P-36 Rüdiger Grimm, Hubert B. Keller, Kai Rannenberg (Hrsg.): Informatik 2003 – Mit Sicherheit Informatik

P-37 Arndt Bode, Jörg Desel, Sabine Rathmayer, Martin Wessner (Hrsg.): DeLFI 2003: e-Learning Fachtagung Informatik

P-38 E.J. Sinz, M. Plaha, P. Neckel (Hrsg.): Modellierung betrieblicher Informationssysteme – MobIS 2003

P-39 Jens Nedon, Sandra Frings, Oliver Göbel (Hrsg.): IT-Incident Management & IT-Forensics – IMF 2003

P-40 Michael Rebstock (Hrsg.): Modellierung betrieblicher Informationssysteme – MobIS 2004

P-41 Uwe Brinkschulte, Jürgen Becker, Dietmar Fey, Karl-Erwin Großpietsch, Christian Hochberger, Erik Maehle, Thomas Runkler (Edts.): ARCS 2004 – Organic and Pervasive Computing

P-42 Key Pousttchi, Klaus Turowski (Hrsg.): Mobile Economy – Transaktionen und Prozesse, Anwendungen und Dienste

P-43 Birgitta König-Ries, Michael Klein, Philipp Obreiter (Hrsg.): Persistance, Scalability, Transactions – Database Mechanisms for Mobile Applications

P-44 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp, Eike Jessen (Hrsg.): Security, E-Learning. E-Services

P-45 Bernhard Rumpe, Wofgang Hesse (Hrsg.): Modellierung 2004

P-46 Ulrich Flegel, Michael Meier (Hrsg.): Detection of Intrusions of Malware & Vulnerability Assessment

P-47 Alexander Prosser, Robert Krimmer (Hrsg.): Electronic Voting in Europe – Technology, Law, Politics and Society

P-48 Anatoly Doroshenko, Terry Halpin, Stephen W. Liddle, Heinrich C. Mayr (Hrsg.): Information Systems Technology and its Applications

P-49 G. Schiefer, P. Wagner, M. Morgenstern, U. Rickert (Hrsg.): Integration und Datensicherheit – Anforderungen, Konflikte und Perspektiven

P-50 Peter Dadam, Manfred Reichert (Hrsg.): INFORMATIK 2004 – Informatik verbindet (Band 1) Beiträge der 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 20.-24. September 2004 in Ulm

P-51 Peter Dadam, Manfred Reichert (Hrsg.): INFORMATIK 2004 – Informatik verbindet (Band 2) Beiträge der 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 20.-24. September 2004 in Ulm

P-52 Gregor Engels, Silke Seehusen (Hrsg.): DELFI 2004 – Tagungsband der 2. e-Learning Fachtagung Informatik

P-53 Robert Giegerich, Jens Stoye (Hrsg.): German Conference on Bioinformatics – GCB 2004

P-54 Jens Borchers, Ralf Kneuper (Hrsg.): Softwaremanagement 2004 – Outsourcing und Integration

P-55 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp, Eike Jessen (Hrsg.): E-Science und Grid Adhoc-Netze Medienintegration

P-56 Fernand Feltz, Andreas Oberweis, Benoit Otjacques (Hrsg.): EMISA 2004 – Informationssysteme im E-Business und E-Government

P-57 Klaus Turowski (Hrsg.): Architekturen, Komponenten, Anwendungen

P-58 Sami Beydeda, Volker Gruhn, Johannes Mayer, Ralf Reussner, Franz Schweiggert (Hrsg.): Testing of Component-Based Systems and Software Quality

P-59 J. Felix Hampe, Franz Lehner, Key Pousttchi, Kai Ranneberg, Klaus Turowski (Hrsg.): Mobile Business – Processes, Platforms, Payments

P-60 Steffen Friedrich (Hrsg.): Unterrichtskonzepte für inforrmatische Bildung

P-61 Paul Müller, Reinhard Gotzhein, Jens B. Schmitt (Hrsg.): Kommunikation in verteilten Systemen

P-62 Federrath, Hannes (Hrsg.): „Sicherheit 2005“ – Sicherheit – Schutz und Zuverlässigkeit

P-63 Roland Kaschek, Heinrich C. Mayr, Stephen Liddle (Hrsg.): Information Systems – Technology and ist Applications

P-64 Peter Liggesmeyer, Klaus Pohl, Michael Goedicke (Hrsg.): Software Engineering 2005

P-65 Gottfried Vossen, Frank Leymann, Peter Lockemann, Wolffried Stucky (Hrsg.): Datenbanksysteme in Business, Technologie und Web

P-66 Jörg M. Haake, Ulrike Lucke, Djamshid Tavangarian (Hrsg.): DeLFI 2005: 3. deutsche e-Learning Fachtagung Informatik

P-67 Armin B. Cremers, Rainer Manthey, Peter Martini, Volker Steinhage (Hrsg.): INFORMATIK 2005 – Informatik LIVE (Band 1)

P-68 Armin B. Cremers, Rainer Manthey, Peter Martini, Volker Steinhage (Hrsg.): INFORMATIK 2005 – Informatik LIVE (Band 2)

P-69 Robert Hirschfeld, Ryszard Kowalcyk, Andreas Polze, Matthias Weske (Hrsg.): NODe 2005, GSEM 2005

P-70 Klaus Turowski, Johannes-Maria Zaha (Hrsg.): Component-oriented Enterprise Application (COAE 2005)

P-71 Andrew Torda, Stefan Kurz, Matthias Rarey (Hrsg.): German Conference on Bioinformatics 2005

P-72 Klaus P. Jantke, Klaus-Peter Fähnrich, Wolfgang S. Wittig (Hrsg.): Marktplatz Internet: Von e-Learning bis e-Payment

P-73 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp, Eike Jessen (Hrsg.): “Heute schon das Morgen sehen“

P-74 Christopher Wolf, Stefan Lucks, Po-Wah Yau (Hrsg.): WEWoRC 2005 – Western European Workshop on Research in Cryptology

P-75 Jörg Desel, Ulrich Frank (Hrsg.): Enterprise Modelling and Information Systems Architecture

P-76 Thomas Kirste, Birgitta König-Riess, Key Pousttchi, Klaus Turowski (Hrsg.): Mobile Informationssysteme – Potentiale, Hindernisse, Einsatz

P-77 Jana Dittmann (Hrsg.): SICHERHEIT 2006

P-78 K.-O. Wenkel, P. Wagner, M. Morgenstern, K. Luzi, P. Eisermann (Hrsg.): Land- und Ernährungswirtschaft im Wandel

P-79 Bettina Biel, Matthias Book, Volker Gruhn (Hrsg.): Softwareengineering 2006

P-80 Mareike Schoop, Christian Huemer, Michael Rebstock, Martin Bichler (Hrsg.): Service-Oriented Electronic Commerce

P-81 Wolfgang Karl, Jürgen Becker, Karl-Erwin Großpietsch, Christian Hochberger, Erik Maehle (Hrsg.): ARCS´06

P-82 Heinrich C. Mayr, Ruth Breu (Hrsg.): Modellierung 2006

P-83 Daniel Huson, Oliver Kohlbacher, Andrei Lupas, Kay Nieselt and Andreas Zell (eds.): German Conference on Bioinformatics

P-84 Dimitris Karagiannis, Heinrich C. Mayr, (Hrsg.): Information Systems Technology and its Applications

P-85 Witold Abramowicz, Heinrich C. Mayr, (Hrsg.): Business Information Systems

P-86 Robert Krimmer (Ed.): Electronic Voting 2006

P-87 Max Mühlhäuser, Guido Rößling, Ralf Steinmetz (Hrsg.): DELFI 2006: 4. e-Learning Fachtagung Informatik

P-88 Robert Hirschfeld, Andreas Polze, Ryszard Kowalczyk (Hrsg.): NODe 2006, GSEM 2006

P-90 Joachim Schelp, Robert Winter, Ulrich Frank, Bodo Rieger, Klaus Turowski (Hrsg.): Integration, Informationslogistik und Architektur

P-91 Henrik Stormer, Andreas Meier, Michael Schumacher (Eds.): European Conference on eHealth 2006

P-92 Fernand Feltz, Benoît Otjacques, Andreas Oberweis, Nicolas Poussing (Eds.): AIM 2006

P-93 Christian Hochberger, Rüdiger Liskowsky (Eds.): INFORMATIK 2006 – Informatik für Menschen, Band 1

P-94 Christian Hochberger, Rüdiger Liskowsky (Eds.): INFORMATIK 2006 – Informatik für Menschen, Band 2

P-95 Matthias Weske, Markus Nüttgens (Eds.): EMISA 2005: Methoden, Konzepte und Technologien für die Entwicklung von dienstbasierten Informationssystemen

P-96 Saartje Brockmans, Jürgen Jung, York Sure (Eds.): Meta-Modelling and Ontologies

P-97 Oliver Göbel, Dirk Schadt, Sandra Frings, Hardo Hase, Detlef Günther, Jens Nedon (Eds.): IT-Incident Mangament & IT-Forensics – IMF 2006

P-98 Hans Brandt-Pook, Werner Simonsmeier und Thorsten Spitta (Hrsg.): Beratung in der Softwareentwicklung – Modelle, Methoden, Best Practices

P-99 Andreas Schwill, Carsten Schulte, Marco Thomas (Hrsg.): Didaktik der Informatik

P-100 Peter Forbrig, Günter Siegel, Markus Schneider (Hrsg.): HDI 2006: Hochschuldidaktik der Informatik

P-101 Stefan Böttinger, Ludwig Theuvsen, Susanne Rank, Marlies Morgenstern (Hrsg.): Agrarinformatik im Spannungsfeld zwischen Regionalisierung und globalen Wertschöpfungsketten

P-102 Otto Spaniol (Eds.): Mobile Services and Personalized Environments

P-103 Alfons Kemper, Harald Schöning, Thomas Rose, Matthias Jarke, Thomas Seidl, Christoph Quix, Christoph Brochhaus (Hrsg.): Datenbanksysteme in Business, Technologie und Web (BTW 2007)

P-104 Birgitta König-Ries, Franz Lehner, Rainer Malaka, Can Türker (Hrsg.) MMS 2007: Mobilität und mobile Informationssysteme

P-105 Wolf-Gideon Bleek, Jörg Raasch, Heinz Züllighoven (Hrsg.) Software Engineering 2007

P-106 Wolf-Gideon Bleek, Henning Schwentner, Heinz Züllighoven (Hrsg.) Software Engineering 2007 – Beiträge zu den Workshops

P-107 Heinrich C. Mayr, Dimitris Karagiannis (eds.) Information Systems Technology and its Applications

P-108 Arslan Brömme, Christoph Busch, Detlef Hühnlein (eds.) BIOSIG 2007: Biometrics and Electronic Signatures

P-109 Rainer Koschke, Otthein Herzog, Karl-Heinz Rödiger, Marc Ronthaler (Hrsg.) INFORMATIK 2007 Informatik trifft Logistik Band 1

P-110 Rainer Koschke, Otthein Herzog, Karl-Heinz Rödiger, Marc Ronthaler (Hrsg.) INFORMATIK 2007 Informatik trifft Logistik Band 2

P-111 Christian Eibl, Johannes Magenheim, Sigrid Schubert, Martin Wessner (Hrsg.) DeLFI 2007: 5. e-Learning Fachtagung Informatik

P-112 Sigrid Schubert (Hrsg.) Didaktik der Informatik in Theorie und Praxis

P-113 Sören Auer, Christian Bizer, Claudia Müller, Anna V. Zhdanova (Eds.) The Social Semantic Web 2007 Proceedings of the 1st Conference on Social Semantic Web (CSSW)

P-114 Sandra Frings, Oliver Göbel, Detlef Günther, Hardo G. Hase, Jens Nedon, Dirk Schadt, Arslan Brömme (Eds.) IMF2007 IT-incident management & IT-forensics Proceedings of the 3rd International Conference on IT-Incident Management & IT-Forensics

P-115 Claudia Falter, Alexander Schliep, Joachim Selbig, Martin Vingron and Dirk Walther (Eds.) German conference on bioinformatics GCB 2007

P-116 Witold Abramowicz, Leszek Maciszek (Eds.) Business Process and Services Computing 1st International Working Conference on Business Process and Services Computing BPSC 2007

P-117 Ryszard Kowalczyk (Ed.) Grid service engineering and manegement The 4th International Conference on Grid Service Engineering and Management GSEM 2007

P-118 Andreas Hein, Wilfried Thoben, Hans-Jürgen Appelrath, Peter Jensch (Eds.) European Conference on ehealth 2007

P-119 Manfred Reichert, Stefan Strecker, Klaus Turowski (Eds.) Enterprise Modelling and Information Systems Architectures Concepts and Applications

P-120 Adam Pawlak, Kurt Sandkuhl, Wojciech Cholewa, Leandro Soares Indrusiak (Eds.) Coordination of Collaborative Engineering - State of the Art and Future Challenges

P-121 Korbinian Herrmann, Bernd Bruegge (Hrsg.) Software Engineering 2008 Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik

P-122 Walid Maalej, Bernd Bruegge (Hrsg.) Software Engineering 2008 - Workshopband Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik

P-123 Michael H. Breitner, Martin Breunig, Elgar Fleisch, Ley Pousttchi, Klaus Turowski (Hrsg.)
Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme – Technologien, Prozesse, Marktfähigkeit
Proceedings zur 3. Konferenz Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme (MMS 2008)

P-124 Wolfgang E. Nagel, Rolf Hoffmann, Andreas Koch (Eds.)
9th Workshop on Parallel Systems and Algorithms (PASA)
Workshop of the GI/ITG Speciel Interest Groups PARS and PARVA

P-125 Rolf A.E. Müller, Hans-H. Sundermeier, Ludwig Theuvsen, Stephanie Schütze, Marlies Morgenstern (Hrsg.)
Unternehmens-IT:
Führungsinstrument oder Verwaltungsbürde
Referate der 28. GIL Jahrestagung

P-126 Rainer Gimnich, Uwe Kaiser, Jochen Quante, Andreas Winter (Hrsg.)
10th Workshop Software Reengineering (WSR 2008)

P-127 Thomas Kühne, Wolfgang Reisig, Friedrich Steimann (Hrsg.)
Modellierung 2008

P-128 Ammar Alkassar, Jörg Siekmann (Hrsg.)
Sicherheit 2008
Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit
Beiträge der 4. Jahrestagung des Fachbereichs Sicherheit der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)
2.-4. April 2008
Saarbrücken, Germany

P-129 Wolfgang Hesse, Andreas Oberweis (Eds.)
Sigsand-Europe 2008
Proceedings of the Third AIS SIGSAND European Symposium on Analysis, Design, Use and Societal Impact of Information Systems

P-130 Paul Müller, Bernhard Neumair, Gabi Dreo Rodosek (Hrsg.)
1. DFN-Forum Kommunikations-technologien Beiträge der Fachtagung

P-131 Robert Krimmer, Rüdiger Grimm (Eds.)
3rd International Conference on Electronic Voting 2008
Co-organized by Council of Europe, Gesellschaft für Informatik and E-Voting. CC

P-132 Silke Seehusen, Ulrike Lucke, Stefan Fischer (Hrsg.)
DeLFI 2008:
Die 6. e-Learning Fachtagung Informatik

P-133 Heinz-Gerd Hegering, Axel Lehmann, Hans Jürgen Ohlbach, Christian Scheideler (Hrsg.)
INFORMATIK 2008
Beherrschbare Systeme – dank Informatik
Band 1

P-134 Heinz-Gerd Hegering, Axel Lehmann, Hans Jürgen Ohlbach, Christian Scheideler (Hrsg.)
INFORMATIK 2008
Beherrschbare Systeme – dank Informatik
Band 2

P-135 Torsten Brinda, Michael Fothe, Peter Hubwieser, Kirsten Schlüter (Hrsg.)
Didaktik der Informatik –
Aktuelle Forschungsergebnisse

P-136 Andreas Beyer, Michael Schroeder (Eds.)
German Conference on Bioinformatics GCB 2008

P-137 Arslan Brömme, Christoph Busch, Detlef Hühnlein (Eds.)
BIOSIG 2008: Biometrics and Electronic Signatures

P-138 Barbara Dinter, Robert Winter, Peter Chamoni, Norbert Gronau, Klaus Turowski (Hrsg.)
Synergien durch Integration und Informationslogistik
Proceedings zur DW2008

P-139 Georg Herzwurm, Martin Mikusz (Hrsg.)
Industrialisierung des Software-Managements
Fachtagung des GI-Fachausschusses Management der Anwendungsentwick-lung und -wartung im Fachbereich Wirtschaftsinformatik

P-140 Oliver Göbel, Sandra Frings, Detlef Günther, Jens Nedon, Dirk Schadt (Eds.)
IMF 2008 - IT Incident Management & IT Forensics

P-141 Peter Loos, Markus Nüttgens, Klaus Turowski, Dirk Werth (Hrsg.)
Modellierung betrieblicher Informations-systeme (MobIS 2008)
Modellierung zwischen SOA und Compliance Management

P-142 R. Bill, P. Korduan, L. Theuvsen, M. Morgenstern (Hrsg.)
Anforderungen an die Agrarinformatik durch Globalisierung und Klimaveränderung

P-143 Peter Liggesmeyer, Gregor Engels, Jürgen Münch, Jörg Dörr, Norman Riegel (Hrsg.)
Software Engineering 2009
Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik

P-144 Johann-Christoph Freytag, Thomas Ruf, Wolfgang Lehner, Gottfried Vossen (Hrsg.)
Datenbanksysteme in Business, Technologie und Web (BTW)

P-145 Knut Hinkelmann, Holger Wache (Eds.)
WM2009: 5th Conference on Professional Knowledge Management

P-146 Markus Bick, Martin Breunig, Hagen Höpfner (Hrsg.)
Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme – Entwicklung, Implementierung und Anwendung
4. Konferenz Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme (MMS 2009)

P-147 Witold Abramowicz, Leszek Maciaszek, Ryszard Kowalczyk, Andreas Speck (Eds.)
Business Process, Services Computing and Intelligent Service Management
BPSC 2009 · ISM 2009 · YRW-MBP 2009

P-148 Christian Erfurth, Gerald Eichler, Volkmar Schau (Eds.)
9th International Conference on Innovative Internet Community Systems
I^{2}CS 2009

P-149 Paul Müller, Bernhard Neumair, Gabi Dreo Rodosek (Hrsg.)
2. DFN-Forum Kommunikationstechnologien
Beiträge der Fachtagung

P-150 Jürgen Münch, Peter Liggesmeyer (Hrsg.)
Software Engineering
2009 - Workshopband

P-151 Armin Heinzl, Peter Dadam, Stefan Kirn, Peter Lockemann (Eds.)
PRIMIUM
Process Innovation for Enterprise Software

P-152 Jan Mendling, Stefanie Rinderle-Ma, Werner Esswein (Eds.)
Enterprise Modelling and Information Systems Architectures
Proceedings of the 3rd Int'l Workshop EMISA 2009

P-153 Andreas Schwill, Nicolas Apostolopoulos (Hrsg.)
Lernen im Digitalen Zeitalter
DeLFI 2009 – Die 7. E-Learning Fachtagung Informatik

P-154 Stefan Fischer, Erik Maehle Rüdiger Reischuk (Hrsg.)
INFORMATIK 2009
Im Focus das Leben

P-155 Arslan Brömme, Christoph Busch, Detlef Hühnlein (Eds.)
BIOSIG 2009:
Biometrics and Electronic Signatures
Proceedings of the Special Interest Group on Biometrics and Electronic Signatures

P-156 Bernhard Koerber (Hrsg.)
Zukunft braucht Herkunft
25 Jahre »INFOS – Informatik und Schule«

P-157 Ivo Grosse, Steffen Neumann, Stefan Posch, Falk Schreiber, Peter Stadler (Eds.)
German Conference on Bioinformatics 2009

P-158 W. Claupein, L. Theuvsen, A. Kämpf, M. Morgenstern (Hrsg.)
Precision Agriculture Reloaded – Informationsgestützte Landwirtschaft

P-159 Gregor Engels, Markus Luckey, Wilhelm Schäfer (Hrsg.)
Software Engineering 2010

P-160 Gregor Engels, Markus Luckey, Alexander Pretschner, Ralf Reussner (Hrsg.)
Software Engineering 2010 – Workshopband
(inkl. Doktorandensymposium)

P-161 Gregor Engels, Dimitris Karagiannis Heinrich C. Mayr (Hrsg.)
Modellierung 2010

P-162 Maria A. Wimmer, Uwe Brinkhoff, Siegfried Kaiser, Dagmar Lück-Schneider, Erich Schweighofer, Andreas Wiebe (Hrsg.)
Vernetzte IT für einen effektiven Staat
Gemeinsame Fachtagung Verwaltungsinformatik (FTVI) und Fachtagung Rechtsinformatik (FTRI) 2010

P-163 Markus Bick, Stefan Eulgem, Elgar Fleisch, J. Felix Hampe, Birgitta König-Ries, Franz Lehner, Key Pousttchi, Kai Rannenberg (Hrsg.)
Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme
Technologien, Anwendungen und Dienste zur Unterstützung von mobiler Kollaboration

P-164 Arslan Brömme, Christoph Busch (Eds.)
BIOSIG 2010: Biometrics and Electronic Signatures Proceedings of the Special Interest Group on Biometrics and Electronic Signatures

P-165 Gerald Eichler, Peter Kropf, Ulrike Lechner, Phayung Meesad, Herwig Unger (Eds.)
10th International Conference on Innovative Internet Community Systems (I^2CS) – Jubilee Edition 2010 –

P-166 Paul Müller, Bernhard Neumair, Gabi Dreo Rodosek (Hrsg.)
3. DFN-Forum Kommunikationstechnologien
Beiträge der Fachtagung

P-167 Robert Krimmer, Rüdiger Grimm (Eds.)
4th International Conference on Electronic Voting 2010
co-organized by the Council of Europe, Gesellschaft für Informatik and E-Voting.CC

P-168 Ira Diethelm, Christina Dörge, Claudia Hildebrandt, Carsten Schulte (Hrsg.)
Didaktik der Informatik
Möglichkeiten empirischer Forschungsmethoden und Perspektiven der Fachdidaktik

P-169 Michael Kerres, Nadine Ojstersek Ulrik Schroeder, Ulrich Hoppe (Hrsg.)
DeLFI 2010 - 8. Tagung der Fachgruppe E-Learning der Gesellschaft für Informatik e.V.

P-170 Felix C. Freiling (Hrsg.)
Sicherheit 2010
Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit

P-171 Werner Esswein, Klaus Turowski, Martin Juhrisch (Hrsg.)
Modellierung betrieblicher Informationssysteme (MobIS 2010)
Modellgestütztes Management

P-172 Stefan Klink, Agnes Koschmider Marco Mevius, Andreas Oberweis (Hrsg.)
EMISA 2010
Einflussfaktoren auf die Entwicklung flexibler, integrierter Informationssysteme
Beiträge des Workshops der GI-Fachgruppe EMISA (Entwicklungsmethoden für Informationssysteme und deren Anwendung)

P-173 Dietmar Schomburg, Andreas Grote (Eds.)
German Conference on Bioinformatics 2010

P-174 Arslan Brömme, Torsten Eymann, Detlef Hühnlein, Heiko Roßnagel, Paul Schmücker (Hrsg.)
perspeGKtive 2010
Workshop „Innovative und sichere Informationstechnologie für das Gesundheitswesen von morgen“

P-175 Klaus-Peter Fähnrich, Bogdan Franczyk (Hrsg.)
INFORMATIK 2010
Service Science – Neue Perspektiven für die Informatik
Band 1

P-176 Klaus-Peter Fähnrich, Bogdan Franczyk (Hrsg.)
INFORMATIK 2010
Service Science – Neue Perspektiven für die Informatik
Band 2

P-177 Witold Abramowicz, Rainer Alt, Klaus-Peter Fähnrich, Bogdan Franczyk, Leszek A. Maciaszek (Eds.)
INFORMATIK 2010
Business Process and Service Science – Proceedings of ISSS and BPSC

P-178 Wolfram Pietsch, Benedikt Krams (Hrsg.)
Vom Projekt zum Produkt
Fachtagung des GI-Fachausschusses Management der Anwendungsentwicklung und -wartung im Fachbereich Wirtschafts-informatik (WI-MAW), Aachen, 2010

P-179 Stefan Gruner, Bernhard Rumpe (Eds.)
FM+AM`2010
Second International Workshop on Formal Methods and Agile Methods

P-180 Theo Härder, Wolfgang Lehner, Bernhard Mitschang, Harald Schöning, Holger Schwarz (Hrsg.)
Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web (BTW)
14. Fachtagung des GI-Fachbereichs „Datenbanken und Informationssysteme“ (DBIS)

P-181 Michael Clasen, Otto Schätzel, Brigitte Theuvsen (Hrsg.)
Qualität und Effizienz durch informationsgestützte Landwirtschaft, Fokus: Moderne Weinwirtschaft

P-182 Ronald Maier (Hrsg.)
6th Conference on Professional Knowledge Management
From Knowledge to Action

P-183 Ralf Reussner, Matthias Grund, Andreas Oberweis, Walter Tichy (Hrsg.)
Software Engineering 2011
Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik

P-184 Ralf Reussner, Alexander Pretschner, Stefan Jähnichen (Hrsg.)
Software Engineering 2011
Workshopband
(inkl. Doktorandensymposium)

P-185 Hagen Höpfner, Günther Specht, Thomas Ritz, Christian Bunse (Hrsg.)
MMS 2011: Mobile und ubiquitäre Informationssysteme Proceedings zur 6. Konferenz Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme (MMS 2011)

P-186 Gerald Eichler, Axel Küpper, Volkmar Schau, Hacène Fouchal, Herwig Unger (Eds.)
11th International Conference on Innovative Internet Community Systems (I^2CS)

P-187 Paul Müller, Bernhard Neumair, Gabi Dreo Rodosek (Hrsg.)
4. DFN-Forum Kommunikations-technologien, Beiträge der Fachtagung 20. Juni bis 21. Juni 2011 Bonn

P-188 Holger Rohland, Andrea Kienle, Steffen Friedrich (Hrsg.)
DeLFI 2011 – Die 9. e-Learning Fachtagung Informatik
der Gesellschaft für Informatik e.V.
5.–8. September 2011, Dresden

P-189 Thomas, Marco (Hrsg.)
Informatik in Bildung und Beruf
INFOS 2011
14. GI-Fachtagung Informatik und Schule

P-190 Markus Nüttgens, Oliver Thomas, Barbara Weber (Eds.)
Enterprise Modelling and Information Systems Architectures (EMISA 2011)

P-191 Arslan Brömme, Christoph Busch (Eds.)
BIOSIG 2011
International Conference of the Biometrics Special Interest Group

P-192 Hans-Ulrich Heiß, Peter Pepper, Holger Schlingloff, Jörg Schneider (Hrsg.)
INFORMATIK 2011
Informatik schafft Communities

P-193 Wolfgang Lehner, Gunther Piller (Hrsg.)
IMDM 2011

P-194 M. Clasen, G. Fröhlich, H. Bernhardt, K. Hildebrand, B. Theuvsen (Hrsg.)
Informationstechnologie für eine nachhaltige Landbewirtschaftung
Fokus Forstwirtschaft

P-195 Neeraj Suri, Michael Waidner (Hrsg.)
Sicherheit 2012
Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit
Beiträge der 6. Jahrestagung des Fachbereichs Sicherheit der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

P-197 Jörn von Lucke, Christian P. Geiger, Siegfried Kaiser, Erich Schweighofer, Maria A. Wimmer (Hrsg.)
Auf dem Weg zu einer offenen, smarten und vernetzten Verwaltungskultur
Gemeinsame Fachtagung Verwaltungsinformatik (FTVI) und Fachtagung Rechtsinformatik (FTRI) 2012

P-198 Stefan Jähnichen, Axel Küpper, Sahin Albayrak (Hrsg.)
Software Engineering 2012
Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik

P-200 Gero Mühl, Jan Richling, Andreas Herkersdorf (Hrsg.)
ARCS 2012 Workshops

P-202 Andrea Back, Markus Bick, Martin Breunig, Key Pousttchi, Frédéric Thiesse (Hrsg.)
MMS 2012:Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme

The titles can be purchased at:

Köllen Druck + Verlag GmbH
Ernst-Robert-Curtius-Str. 14 · D-53117 Bonn
Fax: +49 (0)228/9898222
E-Mail: druckverlag@koellen.de

Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

publishes this series in order to make available to a broad public recent findings in informatics (i.e. computer science and information systems), to document conferences that are organized in cooperation with GI and to publish the annual GI Award dissertation.

Broken down into
• seminars
• proceedings
• dissertations
• thematics
current topics are dealt with from the vantage point of research and development, teaching and further training in theory and practice. The Editorial Committee uses an intensive review process in order to ensure high quality contributions.

The volumes are published in German or English.

Information: http://www.gi.de/service/publikationen/lni/

ISSN 1617-5468
ISBN 978-88579-296-3

This volume contains the proceedings of the seventh conference organized by the GI special interest group on Mobility and Mobile Information Systems (GI-Fachgruppe MMS). The aim of both the interest group and the conference is to offer a platform for discussion on all subjects relevant to mobile and ubiquitous technologies and applications. Topics of interest range from areas of classical computer science like mobile databases or security aspects of mobile applications to subjects from business informatics like mobile business processes and mobile commerce.