

Informationsmanagement  
und digitale Transformation

Manuel Wiesche · Petra Sauer  
Jürgen Krimmling · Helmut Krcmar *Hrsg.*

RESEARCH

# Management digitaler Plattformen

Datengetriebene Geschäftsmodelle  
für Mobilität in der Smart City



Springer Gabler

---

# **Informationsmanagement und digitale Transformation**

**Reihe herausgegeben von**  
H. Krcmar, Garching, Deutschland

Die Schriftenreihe präsentiert Ergebnisse der betriebswirtschaftlichen Forschung im Themenfeld der Wirtschaftsinformatik. Das Zusammenwirken von Informations- und Kommunikationstechnologien mit Wettbewerb, Organisation und Menschen wird von umfassenden Änderungen gekennzeichnet. Die Schriftenreihe greift diese Fragen auf und stellt neue Erkenntnisse aus Theorie und Praxis sowie anwendungsorientierte Konzepte und Modelle zur Diskussion.

Die Reihe ist die Fortsetzung der Schriftenreihe „Informationsmanagement und Computer Aided Team“.

Weitere Bände in der Reihe <http://www.springer.com/series/15980>

---

Manuel Wiesche · Petra Sauer  
Jürgen Krimmling · Helmut Krcmar  
(Hrsg.)

# Management digitaler Plattformen

Konzeption und Realisierung eines  
offenen Ökosystems für intelligente  
Mobilitätsdienste in der Smart City

Mit einem Geleitwort von Prof. Dr. Stefan Jähnichen



Springer Gabler

*Herausgeber*

Manuel Wiesche  
Garching, Deutschland

Jürgen Krimmling  
Dresden, Deutschland

Petra Sauer  
Berlin, Deutschland

Helmut Krcmar  
Garching, Deutschland

Das Projekt „ExCELL – Echtzeitanalyse und Crowdsourcing für intelligente City-Logistik“ wurde im Rahmen des Smart Data Programmes vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert (Förderkennzeichen 01MD15001A-G).

ISSN 2523-7845

ISSN 2523-7853 (electronic)

Informationsmanagement und digitale Transformation

ISBN 978-3-658-21213-1

ISBN 978-3-658-21214-8 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-21214-8>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Gabler

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2018

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Gabler ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

## Geleitwort

Daten sind zu einem wichtigen Rohstoff der wirtschaftlichen Wertschöpfung geworden und bilden die Basis für viele Innovationen im digitalen Zeitalter. Digitale Geräte vom privaten Smartphone bis hin zur komplexen Produktionsanlage sind heute mit dem Internet verbunden und erzeugen große Datenmengen, die oft als Big Data bezeichnet werden. Um aus Big Data nachhaltig Nutzen zu ziehen, müssen die Rohdaten verarbeitet, veredelt und abgesichert werden. Damit wird Big Data zu Smart Data:

*Smart Data = Big Data + Nutzen + Semantik + Datenqualität + Sicherheit + Datenschutz = nutzbringende, hochwertige und abgesicherte Information*

Mit den Informationen, die Smart Data Technologien generieren, kann der Rohstoff Daten sein volles wirtschaftliches Potenzial entfalten. Smart Data bietet damit beispielsweise die Möglichkeit, neue Geschäftsmodelle durch eine zielgerichtete Analyse bereits vorhandener Datenmengen zu entwickeln. Aber auch bestehende Geschäftsmodelle können durch Smart-Data-Technologien ihre Effizienz deutlich steigern. Smart Data ist vor allem kein Selbstzweck, sondern Voraussetzung zur Lösung vieler gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Herausforderungen, wie zukunftsfähige Mobilität, modernes Energiemanagement, Industrie 4.0 oder ein zukunftsfähiges Gesundheitswesen. Im Rahmen des Technologieprogrammes „Smart Data – Innovationen aus Daten“<sup>1</sup> fördert das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 13 Leuchtturmprojekte, die sich diesen Herausforderungen stellen und mit der Nutzung von Smart Data zu ihrer Lösung beitragen.

Das Projekt „ExCELL – Echtzeitanalyse und Crowdsourcing für selbstorganisierte City-Logistik“ ist eines der Leuchtturmprojekte. Ziel des Projekts ist die Entwicklung und Pilotierung einer Mobilitätsplattform, die integrierte Mobilitätsdienstleistungen für kleine und mittlere Unternehmen durch Big-Data-Technologien ermöglicht. Basierend auf existierenden Geo-, Verkehrslage- und Betriebsdaten sowie deren Analyse in Echtzeit werden Dezentralität, Flexibilität und Aktualität gewährleistet. Das Projekt ExCELL zeigt, wie Smart Data Technologien für digitale Plattformen nutzbar werden und damit auch neue innovative Geschäftsmodelle ermöglichen. Diese Geschäftsmodelle entstehen dabei nicht nur für den Betreiber der Plattform, sondern auch für dritte Parteien, die eigene Dienste auf der Plattform anbieten können.

Im vorliegenden Abschlussband beschreiben die Autoren, wie eine offene Mobilitätsplattform mit einem datengetriebenen Smart Data Ansatz Innovation fördern kann. Sie zeigen wie, ausgehend von Mobilitätsdaten, intelligente Mobilitätsdienste als modulare Services auf der Plattform entstehen und diese modularen Services wiederum Grundlage von „smarten“ Applikationen sind. Am Beispiel der Nutzergruppe kleiner und mittlerer Unternehmen illustriert das Projektkonsortium, wie beispielsweise Handwerker und Pflegebetriebe durch intelligente Termin- und Routenplanung von den intelligenten Mobilitätsdiensten auf der Plattform profitieren.

---

<sup>1</sup> [http://www.digitale-technologien.de/DT/Navigation/DE/Foerderprogramme/Smart\\_Data/smart\\_data.html](http://www.digitale-technologien.de/DT/Navigation/DE/Foerderprogramme/Smart_Data/smart_data.html)

Durch die Öffnung der Plattform und das Einrichten eines Entwicklerportals ist es auch dritten Parteien (bspw. Softwareunternehmen) möglich, die über die Plattform bereitgestellten softwaretechnischen Services für Applikationen zu nutzen.

Besonderes Augenmerk galt im Projekt dem Thema Datenschutz, da die Mobilitätsdaten der Nutzer sensible personenbezogene Daten sind. Mit Anonymisierungsverfahren und Privacy-by-Design-Konzepten wurde die Nutzung der Daten abgesichert. Die Fragestellungen von Sicherheit und „Privacy“ wurden im Rahmen der Begleitforschung in den Fachgruppen Rechtsrahmen und Sicherheit projektübergreifend bearbeitet und in der Veröffentlichung „Die Zukunft des Datenschutzes im Kontext von Forschung und Smart Data“ diskutiert. Das Konsortium ExCELL steuerte hierzu einen Beitrag zu maschinenlesbarer Zertifizierung bei.

Mit der ExCELL Plattform als Beispiel einer offenen Mobilitätsplattform zeigt das Projekt außerdem, wie das Konzept von „Open Data“ nachhaltige Mobilität in Städten voranbringen könnte, um von proprietären und geschlossenen Plattformen wie bspw. Google Maps und Google Waze unabhängiger zu werden. Im projektübergreifenden Austausch zeigte sich jedoch auch, dass Open Data in Deutschland noch am Anfang steht und hier einerseits Standards geschaffen werden müssen und andererseits von der Politik auch entsprechende Rahmenbedingungen vorgegeben werden müssen. Diese und weitere Forderungen werden in der Veröffentlichung „Open Data in Deutschland“ der Begleitforschungsfachgruppe Wissenschaftliche Potenziale und gesellschaftliche Akzeptanz dargelegt.

Die in den Fachgruppen und zahlreichen weiteren Veranstaltungen der Begleitforschung diskutierten Aspekte flossen wiederum in die Projektergebnisse von ExCELL ein. Damit liefert der Abschlussband des Projekts ExCELL wichtige Impulse für die Nutzung von Smart Data Technologien im Kontext Mobilität und darüber hinaus. Ich bedanke mich für die erfolgreiche und ebenso ertragreiche Zusammenarbeit und wünsche dem Abschlussband eine zahlreiche Leserschaft und weite Verbreitung.

Prof. Dr. Stefan Jähnichen

FZI Forschungszentrum Informatik und Leiter der Smart-Data-Begleitforschung

## **Vorwort**

Die Verkehrsbelastung in deutschen Städten nimmt kontinuierlich zu. Dies führt nicht nur zu Staus und volkswirtschaftlichen Kosten, sondern auch zu Schadstoff- und Feinstaubbelastung. Ein Teil des Verkehrs in Städten ist dabei gewerblicher Natur: Handwerksbetriebe, Pflegedienste und diverse Logistikdienstleister sind mit Fahrzeugen in der Stadt unterwegs. Zeit, die diese Gruppen im Stau verbringen, kostet die Betriebe Geld und führt zu Unzufriedenheit der Kunden aufgrund von Verspätungen und Terminverschiebungen. Intelligente Mobilitätsdienste können basierend auf Verkehrsdaten Abhilfe schaffen.

Jedoch bestehen hohe Hürden für die Nutzung von intelligenten Mobilitätsdiensten durch kleine und mittlere Unternehmen (KMU). Mobilitätsdienstleistungen wie Carsharing, Routing und intermodales Reisen haben sich für den Privatsektor und bei großen Unternehmen etabliert. Von mobilen Applikationen für intermodale Reisen bis hin zu Corporate Carsharing Konzepten existieren eine Vielzahl von Angeboten am Markt. Kleine und mittlere Unternehmen stehen vor der Herausforderung, dass Angebote für den Privatsektor aufgrund ihrer unterschiedlichen Anforderungen an die Integration in Geschäftsprozesse, Verlässlichkeit und Umfang unpassend erscheinen. Zudem können professionelle Angebote für große Unternehmen aufgrund der fehlenden Skaleneffekte häufig nicht genutzt werden.

Demgegenüber steht eine immer besser werdende Datenlage bezüglich Mobilität und Verkehr in den Städten. So wird beispielsweise in Dresden mit dem Verkehrsmanagementsystem VAMOS die aktuelle Verkehrslage detailliert erfasst, auch eine Prognose der Verkehrslage in verschiedenen Zeithorizonten ist möglich. Die Nutzer von mobilen Applikationen, die „Crowd“, erzeugen weitere Daten, wenn sie bei der Nutzung von Mobilitätsdiensten Bewegungsdaten generieren und zur Verfügung stellen.

Zielsetzung des Projekts ExCELL ist die Entwicklung und Pilotierung einer Plattform, die integrierte Mobilitätsdienstleistungen für KMU ermöglicht. Basierend auf existierenden Geo-, Verkehrslage- und Betriebsdaten wird ein Crowdsourcing-Ansatz verfolgt, um Dezentralität, Flexibilität und Aktualität zu gewährleisten. Als Crowd wurden im Projekt alle in Deutschland ansässigen KMU und deren Kunden definiert, die kollektiv mobile Geräte und das Internet zur Kommunikation mit Mobilitätsdienstleistern benutzen. Die ExCELL Plattform integriert existierende Mobilitätsdienste von einer Reihe von Praxispartnern und reichert deren Daten mit heterogenen Massendaten aus der Crowd an. Dafür werden im Projekt Techniken des Data Mining genutzt und weiterentwickelt, die die skalierbare Verarbeitung von Geodaten in den Mittelpunkt stellen. Die Plattform ermöglicht den Praxispartnern die Bündelung ihrer bereits vorhandenen Mobilitätsdienste mittels Service Engineering und bietet Anreize für die Bereitstellung weiterer Daten durch deren Kunden, z. B. Feedback zur Auslastung und Qualität der Mobilitätsdienstleistungen.

Die ExCELL Plattform wurde im Laufe des Projekts kontinuierlich weiterentwickelt und bietet Drittentwicklern über die Projektlaufzeit hinaus die Möglichkeit, eigene Mobilitätsdienste und Applikationen zu entwickeln. Dazu wurde ein Entwicklerportal bereitgestellt, auf dem die im Projekt entstandenen Mobilitätsdienste von Entwicklern genutzt und in eigene Dienste integriert werden können<sup>2</sup>. Das Entwicklerportal bietet eine umfangreiche Dokumentation zu allen Services und ihren Schnittstellen sowie die Möglichkeit, die Schnittstellen direkt zu testen.

Im Laufe des Projekts entstanden mehrere Applikationen, die die Mobilitätsdienste der ExCELL Plattform nutzen, um Mehrwert für ihre Nutzer zu schaffen. Zum Beispiel unterstützt die Anwendung „Terminmeister“ Handwerksbetriebe in der Planung ihrer Termine, indem die aktuelle und prognostizierte Verkehrslage bei der Planung berücksichtigt wird<sup>3</sup>. Auch für Pflegedienste, für die ebenfalls insbesondere die städtische Verkehrslage betriebsrelevant ist, wurde eine prototypische Anwendung entwickelt, die die Planung und Disposition vereinfacht. Diese Anwendungen zeigen, dass die ExCELL Plattform Mehrwert für KMU bietet, für die die Mobilität in Städten im Tagesgeschäft eine Rolle spielt.

Darüber hinaus stehen auf der Webseite des Projekts ausgewählte Ergebnisse zum Download bereit<sup>4</sup>. Die Ergebnisse wurden in Fachverbänden weitergegeben und im Rahmen von Workshops diskutiert. Im wissenschaftlichen Bereich wurden die Ergebnisse in hochrangigen wissenschaftlichen Fachzeitschriften veröffentlicht und auf Konferenzen vorgestellt und diskutiert.

Unser Dank gilt dem BMWi und seinem Projektträger DLR für die Betreuung des Vorhabens. Unser persönlicher Dank gebührt Herrn Dr. Alexander Tettenborn (BMWi), Herrn Volker Genetzky (BMWi) und Herrn Dr. Patrick Lay (DLR) für die Unterstützung und Begleitung des Projekts sowie allen beteiligten Projektpartnern und Mitarbeitern für den unermüdlichen und engagierten Einsatz, ohne den dieses Vorhaben nicht möglich gewesen wäre. Dies sind insbesondere Dr. Felix Köbler, Alexander Eiting, Hias Wrba, Johanna Hillenbrand, Christoph Pflügler, Maximilian Schreieck, Prof. Dr. Michael Schermann, Sven Fröhlich, Henning Jeske, Sebastian Pape, Gunter Thiele, Stephan Pieper, Felix Kunde, Prof. Dr. Alexander Löser, Torsten Kilias, Dr. Stefan Hörmann, Dina Tagabergenova, Martin Balfanz und Michael Seibt, André Rademacher, Maik Stamm und Daniel Hübner.

Danken möchten wir auch unseren Unterstützern außerhalb des geförderten Projektkonsortiums, die mit ihrem Engagement und Expertenrat maßgeblich zum Erfolg des Vorhabens beigetragen haben. Dies sind insbesondere Georg Räß (Handwerkskammer für München und Oberbayern), Katrin Mathis (Digitale Konzepte mit mehr Wert), Rob Tranquillo (OK Lab Dresden), Jakob Buchetmann (Hauptstadttretter), Ingo Voigt (Aufbau-Profis Montageservice) sowie

---

<sup>2</sup> <https://www.excell-mobility.de/developer/>

<sup>3</sup> <https://www.terminmeister-app.de/>

<sup>4</sup> <https://www.excell-mobility.de>

dem VAMOS-Team an der TU Dresden, dem Straßen- und Tiefbauamt Dresden und der Stadt Dresden.

Wir hoffen, dem Leser eine spannende und nutzenstiftende Lektüre an die Hand geben zu können und wünschen dem Abschlussbericht die ihm gebührende weite Verbreitung.

Manuel Wiesche  
Petra Sauer  
Jürgen Krimmling  
Helmut Krcmar

# Inhaltsüberblick

<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>XIII</b>
<b>Teil A: Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1    Motivation und Bausteine .....	1
<b>Teil B: Gestaltung einer offenen Mobilitätsplattform</b> .....	<b>13</b>
2    Überblick zu existierenden Plattformen für Mobilität und Verkehr .....	13
3    Referenzmodell einer Mobilitätsplattform.....	25
4    Technisches Konzept einer Mobilitätsplattform .....	39
5    Governance der Akteure einer digitalen Plattform .....	53
6    Monetarisierungsstrategien für Mobilitätsplattformen .....	67
<b>Teil C: Mobilitätsdaten für intelligente City-Logistik</b> .....	<b>93</b>
7    Nutzung von Verkehrsdaten zur Verkehrsflussoptimierung .....	93
8    Datenmanagement von Echtzeit-Verkehrsdaten .....	109
9    Data Mining auf Verkehrsdaten .....	125
10   Crowdsourcing von Verkehrsdaten .....	147
11   Qualität von Mobilitätsdaten .....	157
12   Datenschutz bei Mobilitätsplattformen durch Privacy-by-Design .....	169
<b>Teil D: Modulare Services auf der Mobilitätsplattform</b> .....	<b>193</b>
13   Prognose von Parkplatzdaten .....	193
14   Verkehrsprognosen .....	207
15   Tourenplanung .....	235
16   Dynamische Planung von Fahrgemeinschaften .....	249
17   Crowdsourced Delivery .....	269
18   Anonymisierung von Floating Car Data .....	285
<b>Teil E: Entwicklung von smarten Applikationen für Mobilität von KMU in der Smart City</b> .....	<b>297</b>
19   Innovationshemmnisse für kleine und mittlere Unternehmen .....	297
20   Data Canvas und Data-Need Fit – Daten für neue Geschäftsmodelle nutzen.....	313
21   Design Thinking als Vorgehensmodell für die Konzeption, Gestaltung und Evaluierung digitaler Produkte und Dienstleistungen.....	323

---

22	Human Centered Design – Personas, Customer Journeys und Informationsarchitektur.....	331
23	Wireframes und Click-Prototypen als Gestaltungsmethode .....	347
<b>Teil F: Applikationsökosystem auf der Mobilitätsplattform .....</b>		<b>359</b>
24	Ideengenerierung durch Accelerator und Entwicklerportale .....	359
25	Bike Now: Eine mobile App für das Crowdsourcing von Floating Bike Data.....	387
26	Eine mobilen App zur crowdbasierten Erfassung von freien Parkplätzen durch Gamification.....	401
<b>Teil G: Handlungsempfehlungen .....</b>		<b>419</b>
27	Handlungsempfehlungen zur Etablierung einer Mobilitätsplattform.....	419
<b>Teil H: Anhang .....</b>		<b>427</b>
28	Veröffentlichungen .....	427
29	Die Autoren .....	431

## Abkürzungsverzeichnis

AIC	Akaike Informationskriterium
ACF	Autokorrelationsfunktion
API	Application Programming Interfaces
App	Applikation
AVV	Verkehrsverbände Aachen
BASt	Bundesanstalt für Straßenwesen
BI	Business Intelligence
BIC	Bayessche Informationskriterium
BIP	Bruttoinlandsprodukts
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BMWi	Bundeswirtschaftsministeriums für Wirtschaft und Energie
B2C	Business-to-Consumer
CAD	Computer-Aided-Design
CISS	Central Information System Schiphol
CNN	Convolutional Neural Networks
COM	Change of Mean Square Error
CS	Crowdsourcing
CSV	Komma separierte Listen (Character seperated values)
CVRP	Capacitated Vehicle Routing Problem
DCVRP	Distance-Constrained Capacitated Vehicle Routing Problem
DDoS	Distributed Denial of Service
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DTV	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
EBIS	Elbebrückeninformationssystem
EE	Aufwandserwartung (engl. effort expectancy)
ETL	Extract, Transform, Load
EU-DSGVO	EU-Datenschutz-Grundverordnung
FBD	Floating Bike Data
FC	Vereinfachung von Bedingungen (engl. facilitating conditions)
FCD	Floating Car Data
FFNN	Feed Forward Neural Network
GB	Giga-Byte
GIS	Geoinformationssektor
GTFS	General Transit Feed Specification
HBS	Handbuch zur Bemessung von Straßenverkehrsanlagen
HM	Hedonische Motivation
HPI	Hasso-Plattner-Institut
HT	Gewohnheit (engl. habit)
HVRP	Heterogeneous Vehicle Routing Problem

HVV	Verkehrsverbände Hamburg
IA	Informationsarchitektur
ISV	Independent Software Vendor
ITS	Intelligent transportation systems
JSON	JavaScript Object Notation
JWT	JSON Web Token
KI	Künstliche Intelligenz
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KKM	Knoten-Kanten-Modell
KVV	Verkehrsverbände Karlsruhe
LIMBO	Linked Data Services for Mobility
LOS	Level of Service
LSA	Lichtsignalanlagen
LSTM	Long Short-Term Memory Neural Networks
MA	Moving Average
MDM	Mobilitäts Daten Marktplatz
MIV	Motorisierten Individualverkehrs
MSP	Mehrseitige Plattformen
MVG	Münchener Verkehrsgesellschaft
MVP	Minimum Viable Product
MVV	Münchener Verkehrsverbund
NRMSE	Normalized Root Mean Squared Error
OGC	Open Geospatial Consortium
OPAL	Open Data Portal Germany
OSM	OpenStreetMap
OVRP	Open Vehicle Routing Problem
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PACF	Partielle Autokorrelationsfunktion
PE	Leistungserwartung (engl. performance expectancy)
PV	Preisbewusstsein (engl. price value)
P+R	Park-and-Ride
QLSA	Qualitätsgerechte ÖPNV-Behandlung an Lichtsignalanlagen
RDBMS	Relationales Datenbank Management System
RDS	Radio Data Systems
REST	Representational State Transfer
RMSE	Root Mean Square Error
RNV	Verkehrsverbände Rhein-Neckar
SDK	Software Development Kits
SI	sozialer Einfluss (engl. social influence)
SME	small and middle-sized enterprises
SVM	Support Vector Machines

TEU	Traffic Eye Universal
TLS	Transport Layer Security
TMC	Traffic Message Channel
TUM	Technische Universität München
UCC	University Competence Centers
UML	Unified Modeling Language
URL	Uniform Resource Locator
VAMOS	Verkehrs-Analyse-, -Management- und -Optimierungs-System (Dresden)
VBB	Verkehrsverbände Berlin-Brandenburg
VGN	Verkehrsverbände Nürnberg
VIS	Verkehrsinformationssystem
VRS	Verkehrsverbände Rhein-Sieg
VRP	Vehicle Routing Problem
VRPTW	Vehicle Routing Problem with Time Windows
VRPB	Vehicle Routing Problem with Backhauls
VRPPD	Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery
VRPBTW	Vehicle Routing Problem with Backhauls and Time Windows
VRPPDTW	Vehicle Routing Problem with Pickup, Delivery and Time Windows
WMS	Web Map Services
XML	Extensible Markup Language



# Teil A: Einleitung

## 1 Motivation und Bausteine<sup>5</sup>

F. Köbler, M. Wiesche, H. Krcmar

*Dieses Kapitel beschreibt die Motivation hinter dem Forschungsprojekt „ExCELL – Echtzeitanalyse und Crowdsourcing für eine selbstorganisierte City-Logistik“ des Technologieprogramms „Smart Data – Innovationen aus Daten“ des Bundeswirtschaftsministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). Die zentralen Ergebnisse dieses Forschungsprojekts werden in diesem Buch erläutert. Des Weiteren werden in diesem Kapitel die am Projekt beteiligten Partner und der Aufbau des Buchs vorgestellt.*

*This chapter describes the motivation of the research project "ExCELL - Real-Time Analysis and Crowdsourcing for Self-Organized City Logistics" of the technology program "Smart Data - Innovations from Data" of the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi). The key findings of this research project are outlined in this book. Furthermore, this chapter presents the partners involved in the project and the structure of the book.*

---

5 Das Forschungsprojekt ExCELL wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert (Förderkennzeichen: 01MD15001A-G).

## 1.1 Motivation

### 1.1.1 Von Verkehrsdaten zur Innovation

Aufgrund der wachsenden Urbanisierung hat der Verkehr in Städten in den letzten Jahren stark zugenommen und wird auch in den nächsten Jahren noch weiter steigen (Schrank und Lomax 2007; Zhang und Batterman 2013). Dies führt zu Problemen wie beispielsweise erhöhtem Verkehrsaufkommen, zunehmenden Staus und einer schwierigen Parkplatzsuche (Giuffrè et al. 2012). Die bestehende Verkehrsinfrastruktur kann aber aufgrund von baulichen Einschränkungen nicht ohne weiteres erweitert werden. Aus diesen Gründen muss die bestehende Infrastruktur effizienter genutzt werden. Dies hat zu Trends wie Car Sharing und dem vermehrten Einsatz von Fahrrädern in der Stadt geführt (Cohen und Kietzmann 2014).

Die fortschreitende Digitalisierung führt zu einer immer stärker zunehmenden Menge an generierten Mobilitätsdaten. Die steigende Verbreitung von Internet-of-Things Geräten und die hohe Anzahl an Smartphones führt zur Erzeugung einer Datenmenge, die noch vor ein paar Jahren unvorstellbar war. So werden weltweit täglich 2,5 Exabyte an Daten produziert (Borkhataria 2017). Die Datenproduktionsrate wächst hierbei exponentiell an (Borkhataria 2017). Daten werden auch oft als „neue Öl“ bezeichnet (The Economist 2017; Forbes 2017). In Daten steckt ein hoher finanzieller Wert, der aber oft schwer zu bestimmen ist (Schreieck et al. 2016a).

In Smart Cities werden viele Daten erzeugt, die einen hohen Wert darstellen, aber bisher noch nicht für andere Akteure zur Verfügung gestellt werden, um diesen Wert zu heben. So gibt es viele Daten aus der Verkehrssteuerung, die von externen Akteuren verwendet werden könnten. Bisher ist aber weitgehend unklar, wie diese Nutzbarmachung realisiert werden kann und soll. Eine einfache Bereitstellung von Rohdaten hat verschiedene Nachteile. So setzt die Analyse der Daten hohe statistische und methodische Kenntnisse voraus. Des Weiteren entsteht durch die Veröffentlichung von Rohdaten die Gefahr, dass der Datenschutz verletzt wird. Die Bereitstellung von softwaretechnischen Services hat hingegen den Vorteil, dass die Informationen, die von externen Akteuren benötigt werden, direkt zur Verfügung stehen (Pflügler et al. 2016b). Außerdem kann ein softwaretechnischer Service datenschutzrechtliche Anforderungen konzeptionell und technisch adressieren.

Die Bereitstellung von softwaretechnischen Services mittels einer Service- und Datenplattform schafft ein innovatives Ökosystem (Pflügler et al. 2016b; Schreieck et al. 2018). Entwickler haben die Möglichkeit völlig neuartige Applikation zu entwickeln, die ohne die bereitgestellten Services nicht realisierbar wären. Die Services können aber auch in bestehende Lösungen integriert werden, was deren Nutzen und Qualität sowie das Datenvolumen innerhalb der Plattform erhöht.

### 1.1.2 Verkehrsinnovationen bei kleinen und mittleren Unternehmen

Laut der Europäische Kommission (2017) lassen sich KMU anhand der Beschäftigten- und Umsatzzahlen pro Jahr kategorisieren, wobei immer beide Kriterien erfüllt sein müssen. Das Segment der KMU lässt sich in kleinst-, kleine-, und mittlere Unternehmen untergliedern. Tabelle 1-1 gibt einen Überblick über die Einteilung.

Tabelle 1-1. Einordnung von KMU (in Anlehnung an Europäische Kommission (2017)).

<b>Unternehmensgröße</b>	<b>Zahl der Beschäftigten</b>	<b>Umsatz €/Jahr</b>
Kleinstunternehmen	bis 9	bis 2 Millionen
Kleine Unternehmen	zwischen 10 und 49	bis 10 Millionen
Mittlere Unternehmen	zwischen 50 und 249	bis 50 Millionen

Mit 99,7 % aller umsatzsteuerpflichtigen Unternehmen bilden sie den Großteil der deutschen Volkswirtschaft (Europäische Kommission 2017). Handwerksunternehmen und Pflegedienste, auf die innerhalb des Projekts fokussiert wurde, stellen einen wichtigen Teil des Wirtschaftsegments KMU dar. In Deutschland gibt es über 570.000 Handwerksbetriebe und es werden knapp 700.000 Menschen von ambulanten Pflegediensten in ihrem Zuhause betreut (Statistisches Bundesamt 2017b, 2017a). Diese Zahlen untermauern die Bedeutung dieser beiden Wirtschaftszweige.

Mobilität spielt bei KMU eine große Rolle. Oft müssen diese für die Erbringung der Leistung beim Kunden vor Ort sein. Ein Sanitärbetrieb kann keinen Abfluss reparieren, ohne beim Kunden vor Ort zu sein. Ein Pflegedienst muss beim Patienten vor Ort sein, um diesen zu versorgen. Das hohe Verkehrsaufkommen in Städten stellt KMU vor große Probleme. Staus verhindern das Vorankommen und auch die Suche nach Parkplätzen führt zu einem Zeitverlust. Dies führt zu hohen Kosten, so liegt beispielsweise der gesamtwirtschaftliche Schaden von Staus in Deutschland bei über 30 Mrd. Euro (Wirtschafts Woche 2014).

Nicht nur aus Sicht der Mobilität sind KMU für Forschungsvorhaben interessant, sondern auch aus Sicht der Adaption von Innovationen. Obwohl Innovationen die Produktivität und den Erfolg erhöhen (z.B. Dodgson et al. 2008; Sorescu et al. 2003; Xiao et al. 2013; Riedl et al. 2009), wurde gezeigt, dass KMU oft weniger innovativ als Großkonzerne sind (Tan 2010; Kimberly und Evanisko 1981; Fries et al. 2016). KMU befinden sich hier in einem Spannungsfeld. Einerseits ist aufgrund ihrer geringeren Größe und der dadurch entstehenden Flexibilität die Adaption von Innovationen für KMU leichter, andererseits scheitert dies oft an den geringeren finanziellen Ressourcen und dem Fehlen des entsprechenden Wissens (Ritchie und Brindley 2005; Rothwell 1989; Cohen und Kleppler 1996; Acs und Audretsch 1991).

### 1.1.3 Das Projekt ExCELL

Trotz dieser schwierigen Ausgangssituation ist es eine interessante Fragestellung, wie eine modulare und offene Mobilitätsplattform gestaltet werden sollte und wie diese innovative Lösungen für KMU bereitstellen kann. Dieser Fragestellung hat sich das Projekt ExCELL gewidmet. Kern des Projektes ist die Entwicklung und Pilotierung einer Mobilitätsplattform für intelligente Mobilitätsdienste, die insbesondere KMU adressieren. Durch die Umsetzung der Mobilitätsplattform als offene Plattform wird die Grundlage für ein Ökosystem geschaffen, in dem weitere Mobilitätsdienste von Dritten entwickelt werden können (Schreieck et al. 2016c). Im Entwicklerportal der ExCELL Plattform sind softwaretechnische Services dokumentiert und können über einen Integration Layer über Schnittstellen angesprochen und in Applikationen eingebunden werden.

Im Rahmen des Projekts wurden sowohl eigene Applikationen auf der Plattform pilotiert als auch erste Applikationen von Drittanbietern umgesetzt. Die potenzielle Wertschöpfung der Mobilitätsplattform wird durch die Öffnung gegenüber Drittanbietern signifikant erhöht (Schreieck und Wiesche 2017; Schreieck et al. 2017a). Durch Plattform-Governance können Drittanbieter inzentiviert werden, sich auf der Plattform einzubringen, während gleichzeitig die Einhaltung von Standards der auf der Plattform angebotenen Applikationen gewährleistet ist (Hein et al. 2016; Schreieck und Wiesche 2017; Schreieck et al. 2016b). Hierzu werden einerseits Ressourcen für Drittentwickler angeboten und andererseits Kontrollmechanismen implementiert, die die Qualität der Applikationen sicherstellen (Schermann et al. 2012; Wiesche et al. 2011a; Wiesche et al. 2011b). Auf der ExCELL Plattform wurden Applikationen entwickelt, die Termin- und Schichtplanung in Handwerk und Pflege optimieren und dabei die Verkehrslage berücksichtigen. Darüber hinaus wurden zahlreiche weitere prototypische Applikationen pilotiert (z.B. Schreieck et al. 2017b; Pflügler et al. 2016a).

Das Projekt ExCELL ist Teil des Technologieprogramms „Smart Data – Innovationen aus Daten“ des Bundeswirtschaftsministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) (Förderkennzeichen: 01MD15001A-G). Die Laufzeit des Projekts betrug 40 Monate und war von Mai 2015 bis August 2018. Das Projekt gliederte sich in drei Iterationen zu je ca. einem Jahr. Abbildung 1-1 zeigt den Zeitplan des Projekts mit den drei Iterationen.



Großkonzerne als auch Start-up-Unternehmen bei der Konzeption und Umsetzung digitaler Produkte - von der Ideenfindung, über das UX-Design bis hin zur Entwicklung. Daneben gehören auch Dienstleistungen in den Bereichen Datenvisualisierung und Strategieberatung zum Thema Digitale Transformation zum Leistungsportfolio der MING Labs GmbH. Zudem investiert das Unternehmen in Start-ups im Bereich unterschiedlichster Business- und Consumer-Anwendungen und Produkte. Das Unternehmen versteht sich als Innovationspartner und nicht als bloßes Dienstleistungsunternehmen. Ein besonderes Augenmerk legt die MING Labs GmbH bei der Umsetzung aller Projekte auf innovatives, ästhetisch ansprechendes Design und intuitive Benutzerführung. Grundlage dieser Philosophie ist die Überzeugung, dass Web- und Smartphone-Applikationen sowie generell Services dem Nutzer Freude bereiten und zugleich ein Problem lösen sollen und nicht in erster Linie dazu dienen, eine vordefinierte Funktion zu erfüllen.

### 1.1.3.3 Technische Universität Dresden

Der Lehrstuhl für Verkehrsleitsysteme und -prozessautomatisierung an der Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List" der TU Dresden von Prof. Dr.-Ing. Krimmling beschäftigt sich in Lehre und Forschung mit allen Fragen der Verkehrsleitsysteme und des Verkehrsmanagements des schienen- und straßengebundenen Verkehrs. Im Mittelpunkt der Lehre stehen sowohl theoretische Grundlagen, wie die Verkehrsprozessautomatisierung mit ihren modernen Instrumenten der Optimierung und Entscheidungsfindung, die Verkehrs- und Betriebsleitsysteme sowie die moderne Verkehrssteuerungstechnik. Wissenschaftlich anspruchsvolle Lehrveranstaltungen werden ergänzt durch anwendungsorientierte Vorlesungen, Praktika und Fachexkursionen, die sich mit ihrer praktischen Wirksamkeit beispielsweise mit Fahrerassistenzsystemen zur energieoptimalen Steuerung schienengebundener Fahrzeuge oder mit Verkehrsmanagementsystemen beschäftigen. Die Gewährleistung einer solchen anspruchsvollen Ausbildung setzt entsprechende Schwerpunkte in den Forschungs- und Entwicklungsleistungen des Lehrstuhls voraus. Die Mitarbeiter des Lehrstuhls verfügen über ein hohes Maß an Qualifikationen und Erfahrungen auf den Gebieten der Verkehrsdatenerfassung, Verkehrsdatenauswertung und -aufbereitung, der Datenintegration sowie der Daten- und Informationsübertragung. Weiterhin verfügen die Mitarbeiter über große Kompetenzen auf den Gebieten des verkehrsträger- und baulastträgerübergreifenden Verkehrsmanagements. Diese Kompetenzen wurden in den vielen gemeinsamen Projekten mit der Stadt Dresden, der Dresdner Verkehrsbetriebe AG und dem Autobahnamt Sachsen erworben, in denen seit dem Jahr 2000 u.a. das Dresdner Verkehrsmanagementsystem VAMOS entwickelt und konzipiert und anschließend schrittweise aufgebaut und in den dauerhaften automatischen Praxisbetrieb überführt wurde. Seitdem wird das Verkehrsmanagementsystem im Auftrag der Stadt Dresden am Lehrstuhl betrieben und gepflegt, kontinuierlich weiterentwickelt und verbessert sowie mit neuen Funktionalitäten ergänzt. Für die Bearbeitung dieser Projekte greift der Lehrstuhl für Verkehrsleitsysteme und -prozessautomatisierung auf ein umfassendes Netzwerk mit namhaften Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft zurück.

#### 1.1.3.4 Technische Universität München

Der Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik an der Fakultät für Informatik der TU München von Prof. Dr. Helmut Krcmar besteht seit mehr als 30 Jahren. Gegründet wurde er ursprünglich 1987 an der Universität Hohenheim. Im Jahr 2002 folgte Prof. Krcmar dem Ruf an die Technische Universität München, wo der Lehrstuhl an der Fakultät für Informatik angesiedelt ist. Der Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik erforscht die Gestaltung IT-basierter Nutzungsinnovationen, die sozial akzeptabel, technisch stabil und ökonomisch nachhaltig sein sollen. Als angewandter Innovationsentwickler weist der Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik der TU München durch zahlreiche Projekte und Publikationen im Themenfeld umfassende Kompetenz im Bereich des Service Engineerings und in der Domäne IT Innovationen auf. Darüber hinaus verfügt der Lehrstuhl durch den Betrieb des SAP University Competence Centers (UCC) umfangreiche Erfahrungen in der Entwicklung und dem Betrieb von Big Data Lösungen. So wirkte der Lehrstuhl unter anderem an der Entwicklung des SAP HANA Curriculums mit, welche die Grundlage für Schulungen mit der Big Data Lösung der SAP ist. Darüber hinaus forschen Mitarbeiter des Lehrstuhls intensiv an mobilen Anwendungen für innovative Einsatzszenarios rund um Individualmobilität im Rahmen des Mobility Services Labs.

#### 1.1.3.5 Beuth Hochschule für Technik Berlin

Die 1971 gegründete Beuth Hochschule für Technik Berlin gehört zu den zehn größten technischen Hochschulen Deutschlands (13.000 Studierende, 300 Professoren). Aus dem im Jahr 2014 unter Beteiligung von Prof. Dr. habil. Alexander Löser und Prof. Dr. Petra Sauer gegründeten Arbeitskreis Data Science hat sich 2017 das Forschungszentrum Data Science mit praxisrelevanter Grundlagenforschung und angewandter Forschung entwickelt. Das Forschungszentrum arbeitet eng mit anderen Universitäten, Forschungseinrichtungen und Unternehmen zusammen, um die Herausforderungen des modernen Informationsmanagements zu lösen. Dem Forschungszentrum gehört die Gruppe MAGDa (Management and Analytics on Geotemporal Data) an, die Prof. Dr. Petra Sauer leitet. Die Kernthemen der Gruppe MAGDa sind die skalierbare Integration von Geodaten mit strukturierten Daten, Verfahren für die explorative und interaktive Datenanalyse, und Modelle für die Verwertung von Daten-basierten Diensten. Die Forschung der Gruppe MAGDa betrifft insbesondere Systeme, welche komplexe Informationsfragestellungen mit räumlichem Bezug beantworten. Schwerpunkte bilden dabei das Spatial Data Mining, neuartige Visualisierungskonzepte für geotemporale Datenanalysen sowie die Entwicklung von Vorhersageverfahren auf räumlich-zeitlichen Massendaten. Auf diese Weise arbeitet MAGDa an Lösungen zu den Herausforderungen des Data Science.

## 1.2 Bausteine dieses Buchs

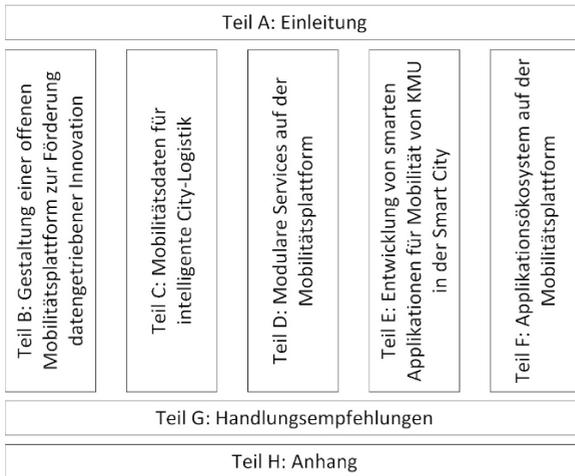


Abbildung 1-2. Aufbau des Buchs.

Abbildung 1-2 beschreibt den Aufbau des Buchs. Teil A motiviert das Thema und gibt einen Überblick über die beteiligten Institutionen und das Forschungsprojekt. Weiterhin wird die Struktur dieses Buchs erläutert.

Teil B des Buchs beschreibt die Gestaltung einer offenen Mobilitätsplattform zur Förderung datengetriebener Innovationen. Hierbei wird auf existierende Plattformen für Mobilität und Verkehr eingegangen und ein Referenzmodell einer Mobilitätsplattform entwickelt. Des Weiteren wird das technische Konzept, die Governance und die Monetarisierungsstrategie einer Mobilitätsplattform beschrieben.

Teil C behandelt Fragestellungen um Mobilitätsdaten für eine intelligente City-Logistik. In diesem Teil wird auf die Nutzung von Verkehrsdaten zur Verkehrsoptimierung und auf das Management von Echtzeit-Verkehrsdaten eingegangen. Dieser Teil endet mit der Vorstellung eines Konzepts zum Crowdsourcing von Verkehrsdaten und einer Abhandlung über die Qualität von Mobilitätsdaten.

Teil D dieses Buchs beschreibt ausgewählte modulare Services auf der entwickelten Mobilitätsplattform. Hierbei wird unter anderem auf den Verkehrslage Service, einen Matching-Algorithmus für Dynamic Ridesharing und auf den Anonymisierungsservice eingegangen.

Der Teil E beschreibt die Entwicklung von smarten Applikationen für Mobilität von KMU in der Smart City. Hierbei wird insbesondere auf die Schwierigkeiten der Zielgruppe KMU eingegangen und der Entwicklungsprozess genauer erläutert.

Im Teil F wird das Applikationsökosystem auf der pilotierten Mobilitätsplattform beschrieben. Hier wird insbesondere auf die Generierung von innovativen Applikationen, die auf den

---

durch die Plattform bereitgestellten softwaretechnischen Services basieren, eingegangen und weitere Apps beschrieben, die auf der Plattform entstanden sind.

Das Buch endet mit Teil G, der Handlungsempfehlungen aufzeigt. Insbesondere liegt hier der Fokus auf der Entwicklung von Konzepten zur Übertragbarkeit der entwickelten Mobilitätsplattform für andere Kommunen.

### 1.3 Literaturverzeichnis

- Acs Z, Audretsch D (1991) *Innovation and Technological Change: An International Comparison*. University of Michigan Press: Ann Arbor Michigan. University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan.
- Borkhataria C (2017) 15.2 million texts and 69,444 hours of Netflix: How much data the internet generates every MINUTE. <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-4730210/What-internet-does-minute.html>. Abgerufen am 23.11.2017.
- Cohen B, Kietzmann J (2014) Ride on! Mobility business models for the sharing economy. *Organization & Environment* 27 (3): S. 279-296.
- Cohen WM, Kleppler S (1996) A Reprise Of Size And R&D. *Economic Journal* 106 (437): S. 925-951.
- Dodgson M, Mathews J, Kastelle T, Hu M-C (2008) The evolving nature of Taiwan's national innovation system: The case of biotechnology innovation networks. *Research Policy* 37 (3): S. 430-445.
- Europäische Kommission (2017) What is an SME? <http://ec.europa.eu/growth/smes/business-friendly-environment/sme-definition/>. Abgerufen am 03.01.2017.
- Forbes (2017) Is Data The New Oil? How One Startup Is Rescuing The World's Most Valuable Asset. <https://www.forbes.com/sites/jaycoengilbert/2017/08/23/rescuing-the-worlds-most-valuable-stranded-asset-the-company-democratizing-data-the-new-oil/#283bfddd2b22>. Abgerufen am 01.11.2017.
- Fries V, Pfluegler C, Wiesche M, Krcmar H (2016) The Hateful Six-Factors Hindering Adoption of Innovation at Small and Medium-Sized Enterprises, 22nd Americas Conference on Information Systems, San Diego, CA.
- Giuffrè T, Siniscalchi SM, Tesoriere G (2012) A novel architecture of parking management for smart cities, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*.
- Hein A, Schreieck M, Wiesche M, Krcmar H (2016) Multiple-case analysis on governance mechanisms of multi-sided platforms, Multikonferenz Wirtschaftsinformatik, Ilmenau.
- Kimberly JR, Evanisko MJ (1981) Organizational Innovation: The Influence of Individual, Organizational, and Contextual Factors on Hospital Adoption of Technological and Administrative Innovations. *Academy of Management Journal* 24 (4): S. 689-713.
- Pflügler C, Köhn T, Schreieck M, Wiesche M, Krcmar H (2016a) Predicting the Availability of Parking Spaces with Publicly Available Data, *INFORMATIK 2016, Klagenfurt*.
- Pflügler C, Schreieck M, Hernandez G, Wiesche M, Krcmar H (2016b) A concept for the architecture of an open platform for modular mobility services in the smart city. *Transportation Research Procedia* 19: S. 199-206.
- Riedl C, Boehmann T, Leimeister M, Krcmar H (2009) A framework for analysing service ecosystem capabilities to innovate, 17th European Conference on Information Systems, Verona.
- Ritchie Bruau, Brindley Ccuau (2005) ICT adoption by SMEs: implications for relationships and management. *New Technology, Work & Employment* 20 (3): S. 205-217.
- Rothwell R (1989) *Small Firms, Innovation and Industrial Change*. *Small Business Economics* 1 (1): S. 51-64.
- Schermann M, Wiesche M, Krcmar H (2012) The role of information systems in supporting exploitative and exploratory management control activities. *Journal of Management Accounting Research* 24 (1): S. 31-59.
- Schrank DL, Lomax TJ (2007) *The 2007 urban mobility report*. Texas Transportation Institute, Texas A & M University.
- Schreieck M, Pflügler C, Setzke DS, Wiesche M, Krcmar H (2018) Improving Urban Transportation: an Open Platform for Digital Mobility Services. In: Linnhoff-Popien

- C, Schneider R, Zaddach M (Hrsg.) *Digital Marketplaces Unleashed*. Springer, S. 479-489.
- Schreieck M, Pflügler C, Wiesche M, Krcmar H (2016a) *Forderung 2: Verfahren zur Wertermittlung von Datensätzen schaffen*. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.
- Schreieck M, Wiesche M (2017) *How established companies leverage IT platforms for value co-creation – Insights from banking*, Twenty-fifth European Conference on Information Systems, Guimarães, Portugal.
- Schreieck M, Wiesche M, Krcmar H (2016b) *Design and Governance of Platform Ecosystems – Key Concepts and Issues for Future Research*, Twenty-Fourth European Conference on Information Systems, Istanbul, Turkey.
- Schreieck M, Wiesche M, Krcmar H (2016c) *Modularization of digital services for urban transportation*, Americas Conference on Information System, San Diego, USA.
- Schreieck M, Wiesche M, Krcmar H (2017a) *The Platform Owner’s Challenge to Capture Value – Insights from a Business-to-Business IT Platform*, International Conference on Information Systems, Seoul, Südkorea.
- Schreieck M, Zitzelsberger J, Siepe S, Wiesche M, Krcmar H (2017b) *Supporting Refugees in Everyday Life – Intercultural Design Evaluation of an Application for Local Information*, Twenty First Pacific Asia Conference on Information Systems, Langkawi, Malaysia.
- Sorescu AB, Chandy RK, Prabhu JC (2003) *Sources and Financial Consequences of Radical Innovation: Insights from Pharmaceuticals*. *Journal of Marketing* 67 (4): S. 82-102.
- Statistisches Bundesamt (2017a) *Handwerk*.  
<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/UnternehmenHandwerk/Handwerk/Tabellen/HandwerksunternehmenInsgesamt.html>. Abgerufen am 17.11.2017.
- Statistisches Bundesamt (2017b) *Pflegestatistik 2015*.  
[https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Gesundheit/Pflege/PflegeDeutschlandergebnisse5224001159004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Gesundheit/Pflege/PflegeDeutschlandergebnisse5224001159004.pdf?__blob=publicationFile). Abgerufen am 17.11.2017.
- Tan TCF (2010) *A perception-based model for technological innovation in small and medium enterprises*, 18th European Conference on Information Systems (ECIS).
- The Economist (2017) *The world’s most valuable resource is no longer oil, but data*.  
<https://www.economist.com/news/leaders/21721656-data-economy-demands-new-approach-antitrust-rules-worlds-most-valuable-resource>. Abgerufen am 23.11.2017.
- Wiesche M, Berwing C, Schermann M, Krcmar H (2011a) *Patterns for Understanding Control Requirements for Information Systems for Governance, Risk Management, and Compliance (GRC IS)*, CAiSE Workshops.
- Wiesche M, Schermann M, Krcmar H (2011b) *Understanding the Role of Information Technology for Organizational Control Design: Risk Control as New Control Mechanism*. In: Blinn N, Schirmer I, Kautz K (Hrsg.) *Governance and sustainability in information systems. Managing the transfer and diffusion of IT*. Springer, S. 135-152.
- Wirtschafts Woche (2014) *Bis 2030 kosten Staus 520 Milliarden Euro*.  
<http://www.wiwo.de/technologie/green/tech/verkehr-bis-2030-kosten-staus-520-milliarden-euro/13550396.html>. Abgerufen am 23.11.2017.
- Xiao X, Califf CB, Sarker S, Sarker S (2013) *ICT innovation in emerging economies: a review of the existing literature and a framework for future research*. *Journal of Information Technology (Palgrave Macmillan)* 28 (4): S. 264-278.
- Zhang K, Batterman S (2013) *Air pollution and health risks due to vehicle traffic*. *Science of the Total Environment* 450: S. 307-316.



# Teil B: Gestaltung einer offenen Mobilitätsplattform

## 2 Überblick zu existierenden Plattformen für Mobilität und Verkehr<sup>6</sup>

F. Kunde, S. Pape, S. Fröhlich

*Mobilität funktioniert immer stärker datengetrieben – von Apps für Sharing-Angebote bis hin zu selbstfahrenden Autos. Neben innovativen Lösungen ermöglichen die Datenströme genauere Einblicke in das Verkehrsgeschehen. Ein neuer Wirtschaftszweig ist am Entstehen, der dieses digitale Wissen in intelligente Anwendungen für Endnutzer umwandelt, die helfen sich besser auf die tägliche Rush Hour oder plötzlich auftretende Staus einzustellen. Bisher wird dieses Feld ausnahmslos Firmen wie Google, HERE oder Uber überlassen. Verkehrsdaten werden zwar zunehmend einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt, allerdings handelt es sich oft um Live-Schnittstellen für Parkhäuser oder Fahrplandaten des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV). Um die Dynamik des Verkehrs besser zu verstehen und eigene Modelle zu entwickeln, bedarf es einer genauen Datenerfassung, die zumindest die Hauptverkehrsachsen der Stadt über einen mehrjährigen Zeitraum abdeckt. Ansätze für die Bereitstellung entsprechender Rohdaten gibt es bereits. In diesem Kapitel werden bestehende Plattformen für offene Verkehrsdaten vorgestellt und miteinander verglichen.*

*From shared mobility apps to self-driving cars – the field of transportation becomes more and more data-driven. Aside from innovative applications, these data streams let us gain more insights about traffic. A new economy is about to emerge – mostly driven by information technology (IT) companies like Google, HERE or Uber – taking this digital knowledge and transferring it into smart applications that help their users to better anticipate daily rush hours or spontaneous congestion. Although traffic-related data is constantly made available to the public, it is often limited to application programming interfaces (APIs) providing live data about parking slots or public transport schedules. To capture traffic's dynamic nature and gain new insights, detailed data of at least the arterial road network of a city is mandatory. First approaches exist to provide raw data from sensors. This chapter will introduce various data formats and the platforms where they can be found.*

---

<sup>6</sup> Das Forschungsprojekt ExCELL wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert (Förderkennzeichen: 01MD15001B und 01MD15001E).

## 2.1 Einleitung

Im Zuge groß aufgehängter Themen wie Digitalisierung und Smart City wird intelligente Mobilität seit Jahren als ein Paradebeispiel genutzt. Das liegt nicht nur an der Bedeutung der Automobilindustrie in Deutschland, sondern an den vielen innovativen Diensten, die vor allem von Startups in diesem Bereich geschaffen worden sind (Jonuschat et al. 2016). Dabei verfügen Startups selten über den Zugang zu mobilitätsbezogenen Daten und müssen diese erst durch ihre Anwendungen selbst erheben. Da dieser Weg meist zu klassischen geschlossenen (und nicht zwangsläufig erfolgreichen) Insellösungen führt, liegt es nahe, Daten in offenen Plattformen miteinander zu vernetzen und langfristig verfügbar zu machen. Die Verkehrsmanagementsysteme der Städte können hier das „Startkapital“ für solche Plattformen liefern, die wiederum offenen Diensten – wie jenen der ExCELL-Plattform – dienen können.

Dieses Kapitel gibt zunächst einen Überblick, um welche Art von Daten es sich dabei handeln kann und in welchen Formaten diese in der Regel zur Verfügung gestellt werden. Darauf aufbauend wird abschließend das Datenangebot verschiedener offener Mobilitätsplattformen vorgestellt.

## 2.2 Mobilitätsbezogene Daten und standardisierte Austauschformate

Mobilität heißt, sich fortzubewegen und in der Lage zu sein von einem Ort zu einem bestimmten Ziel zu gelangen. Der Grad an Mobilität bemisst sich oft an Schnelligkeit und Einfachheit beim Zurücklegen einer Strecke. Dies hängt von verschiedenen infrastrukturellen Faktoren ab:

- Gut ausgebaute Verkehrsinfrastruktur mit klarer Wegführung
- Auswahl von Transportmitteln (Größe, Taktung, Umsteigemöglichkeiten)
- Keine Störungen (z.B. Baustellen), keine Barrieren (z.B. Hindernisse für Rollstuhlfahrer)

Als reiner Nutzer der Infrastruktur hat man auf diese Aspekte in der Regel wenig bis keinen Einfluss. Durch Nutzung von Karten, Routenplaner und Verkehrsmeldungen wird die eigene Mobilität planbar. Die Bereitstellung von Echtzeitinformationen hilft, rechtzeitig auf Ausnahmefälle zu reagieren. Für solche Fälle sollten Handlungsspielräumen existieren bzw. aufgezeigt werden, um größere Störungen zu vermeiden.

### 2.2.1 Informationen zur Infrastruktur

Infrastrukturdaten liegen heutzutage größtenteils in digitaler Form vor. Für die Entwicklung von Mobilitätsdiensten wäre es z.B. hilfreich, die Lage und Eigenschaften von Verkehrswegen zu kennen. Für Straßen wären dies z.B. die Anzahl der Fahrspuren, der Belag sowie ggf. dokumentierte Schäden, die zugelassene Maximalgeschwindigkeit, Einbahnstraßen sowie Hindernisse wie Brücken mit Last- bzw. Höhenbeschränkung. Im Planungs- und Konstruktionsbe-

reich werden hauptsächlich Computer Aided Design (CAD) Anwendungen eingesetzt. Klassische CAD-Formate wie DWG, DXF oder DGN haben jedoch den Nachteil, nicht objektspezifisch modelliert zu sein, was den Datenaustausch in andere Systeme (z.B. GIS) schwierig macht (Widmann et al. 2015). In den letzten 20 Jahren sind deshalb auf nationaler wie internationaler Ebene neue Austauschformate entwickelt worden, um die Interoperabilität zu steigern. Dazu zählen u.a. folgende Standards:

- OKSTRA<sup>7</sup>, der Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen (Schultze und Buhmann 2008)
- ATKIS, das Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem und ALKIS, das Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem<sup>8</sup> (Schauer 2010)
- INSPIRE<sup>9</sup>, Infrastructure for Spatial Information in the European Community (Gunay et al. 2014)
- LandXML<sup>10</sup> (Rebolj et al. 2008), RoadXML<sup>11</sup> (Chaplier et al. 2010) und TransXML<sup>12</sup> (Scarponcini 2006)

Einen guten Überblick und Vergleich zu diesen Formaten liefern Frei et al. (2014) in einem Forschungsbericht zum OKSTRA-Standard im Auftrag des Bundesverkehrsministeriums. Allen Standards gemein ist die Modellierung des objektorientierten Datenmodells in UML (Unified Modeling Language) sowie dessen Beschreibung in XML (Extensible Markup Language). Abgesehen von dem bisher dürftigen Angebot an standardisierten Datensätzen unter einer Open Data Lizenz werden solche Formate oft als zu komplex kritisiert. Zudem mangelt es meist an freier Software, welche die Dokumente verarbeiten kann. Daher setzen die Informationsmodelle tiefere Fachkenntnisse voraus, die erst mit dem Lesen der ggf. umfangreichen wie trockenen Spezifikation erworben werden müssen.

Immerhin ist bei der Veröffentlichung von amtlichen Geodaten in den letzten Jahren ein klarer Trend zu Offenheit und Transparenz zu spüren. Alleine 2017 haben mit Nordrhein-Westfalen, Thüringen und Baden-Württemberg drei weitere Bundesländer ihre Geodatenportale für die Weiterverwendung der Daten geöffnet (siehe Abschnitt 2.4). Zur Verteilung der Daten haben sich standardisierte Schnittstellen des Open Geospatial Consortium (OGC) längst etabliert: Kartenmaterial und Rasterdaten werden über Web Map Services (WMS) (Open Geospatial Consortium 2000), vektorisierte Objektdaten über Web Feature Services angeboten (Open Geospatial Consortium 2002). Die XML-basierten Protokolle der Dienste können von den meisten freien GIS-Anwendungen gelesen werden. Wer ganz ohne XML auskommen

---

<sup>7</sup> <http://www.okstra.de/>

<sup>8</sup> <http://www.adv-online.de/AAA-Modell/>

<sup>9</sup> <http://inspire.ec.europa.eu/theme/tn>

<sup>10</sup> <http://www.landxml.org/>

<sup>11</sup> <http://www.road-xml.org/>

<sup>12</sup> <http://www.trb.org/Main/Blurbs/158531.aspx>

möchte, nutzt Downloads nach GeoJSON<sup>13</sup> (Butler et al. 2008), in das GIS-Format Shapefile (ESRI 1998) oder in das auf SQLite basierende GeoPackage<sup>14</sup> (ebenfalls ein OGC-Standard) (Open Geospatial Consortium 2014).

Aus Mangel an Datensätzen der öffentlichen Verwaltung hat sich in der Vergangenheit auch ein Software-Ökosystem um die Wiki-Weltkarte OpenStreetMap (OSM) entwickelt. Zwar können die Inhalte von OSM potenziell von jedem Nutzer verändert und dadurch evtl. verfälscht werden, doch aufgrund des hohen Detailgrades an räumlichen Informationen (zumindest in vielen Industrieländern) hat sich der Einsatz gerade in Forschungsprojekten und bei Startups bewährt (Neis et al. 2010; Ludwig et al. 2011; Lomas 2014). Für die Straßen existieren z.B. wichtige Informationen wie Straßenart, Höchstgeschwindigkeit oder Fahrtrichtung.

### 2.2.2 Routing

Ein digital verfügbares Straßennetz ist die Grundlage für Routing. Das Netz muss dafür in ein topologisch korrektes Knoten-Kanten-Modell überführt werden. Eine in beide Richtungen befahrbare Straße muss dabei durch zwei Kanten repräsentiert sein. Die Transformation kann in gängigen GIS-Anwendungen vorgenommen werden. Wenn alle Kanten gewichtet sind (z.B. nach der zulässigen Geschwindigkeit) kann ein Routingalgorithmus wie Dijkstra (Dijkstra 1959) oder A-Star (Hart et al. 1968) die schnellste und kürzeste Strecke zwischen zwei Punkten berechnen. Frei verfügbare Routingdatensätze findet man hauptsächlich bei OSM. Hier sind in den letzten Jahren zahlreiche leistungsfähige Routing-Engines entwickelt worden, die mittlerweile eine echte Alternative zu kommerziellen Anwendungen z.B. von TomTom, HERE oder Garmin darstellen. Dazu zählen u.a. GraphHopper<sup>15</sup>, OSRM<sup>16</sup>, und Valhalla<sup>17</sup>. In der Automobilindustrie ist das GDF-Format verbreitet – Geographic Data Files (International Organization for Standardization 2011). Es dient in erster Linie zum Austausch von Straßendaten. Für den Bereich Simulation wurde der Standard OpenDrive<sup>18</sup> (Dupuis et al. 2010) entwickelt.

### 2.2.3 Verkehrstelematik

Die Messungen von stationären Detektoren und Lichtsignalanlagen werden i.d.R. tabellarisch in Datenbanken verwaltet. Zum Austausch von Daten eignen sich daher Komma-separierte Listen (CSV). CSV-Dateien sind zwar einfach herzustellen und in Systeme zu integrieren, können allerdings inhaltlich sehr heterogen strukturiert sein, wodurch die Integration erschwert wird. Mit DATEX II gibt es seit über 10 Jahren einen europäischen Standard für den maschi-

---

<sup>13</sup> <http://geojson.org/>

<sup>14</sup> <http://www.geopackage.org/>

<sup>15</sup> <https://www.graphhopper.com/>

<sup>16</sup> <http://project-osrm.org/>

<sup>17</sup> <https://github.com/valhalla>

<sup>18</sup> <http://www.opendrive.org/>