

Marc Schelewsky
Helga Jonuschat
Benno Bock
Korinna Stephan *Hrsg.*

Smartphones unterstützen die Mobilitätsforschung

Neue Einblicke in das Mobilitätsverhalten
durch Wege-Tracking

Smartphones unterstützen die Mobilitätsforschung

Marc Schelewsky • Helga Jonuschat
Benno Bock • Korinna Stephan
(Hrsg.)

Smartphones unterstützen die Mobilitätsforschung

Neue Einblicke in das Mobilitätsverhalten
durch Wege-Tracking

Herausgeber
Marc Schelewsky
InnoZ GmbH
Berlin
Deutschland

Benno Bock
InnoZ GmbH
Berlin
Deutschland

Helga Jonuschat
InnoZ GmbH
Berlin
Deutschland

Korinna Stephan
InnoZ GmbH
Berlin
Deutschland

ISBN 978-3-658-01847-4
DOI 10.1007/978-3-658-01848-1

ISBN 978-3-658-01848-1 (eBook)

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

Springer Vieweg

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2014

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.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Vieweg ist eine Marke von Springer DE. Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media
www.springer-vieweg.de

Vorwort der Herausgeberinnen und Herausgeber

Die Verkehrsforschung konzentrierte sich bisher auf zwei Möglichkeiten sich fortzubewegen: Entweder mit dem eigenen Auto oder mit dem Öffentlichen Nah- und Fernverkehr. Um verlässliche Prognosen erstellen zu können, reichte es dementsprechend für die Verkehrsplanung aus, den Straßenverkehr zu beobachten und die Fahrgastzahlen im ÖPNV wie im Fernbahnverkehr zu erfassen. In den letzten Jahrzehnten hat sich v. a. in Nordeuropa das Fahrrad als weiteres Fortbewegungsmittel etabliert. Zusammen mit Fußwegen legen die Wege mit diesen drei Verkehrsarten – privatem PKW, ÖPNV und Fahrrad – den Modal Split fest, anhand dessen sich die Mobilitätsmuster verschiedener Städte, Regionen und Länder miteinander vergleichen lassen. In den letzten Jahren haben sich zusätzlich jedoch eine Vielzahl neuer Verkehrsmittel zwischen öffentlichem und privatem Individualverkehr wie Car-, Bike- oder Ridesharing etabliert, die zuweilen noch flexibel miteinander kombiniert werden. Über welche Strecken und mit welchen Verkehrsmitteln sich welche Personengruppen fortbewegen, lässt sich somit immer weniger aus herkömmlichen Befragungen und Verkehrszählungen ableiten.

Das Smartphone wird für immer mehr Menschen zum ständigen Begleiter, der uns vor allem unterwegs z. B. für Fahrplanauskünfte und Haltestellensuche eine große Hilfe sein kann. Smartphones bieten dabei auch die Möglichkeit, die Wege ihrer Besitzer automatisch zu erfassen und die genutzten Verkehrsmittel zu bestimmen. So kann man einen großen Mehrwert für die Verkehrsforschung schaffen, ohne die Probanden mit umfangreichen Befragungen zu belasten. Ein solches Tracking ist durch die technische Ausstattung der Smartphones heute schon möglich. Das automatische Wegetracking hat jedoch seine Tücken: Es gibt derzeit noch ungelöste technische wie Datenschutz-Probleme, die die Euphorie sowohl auf Seiten der Entwickler als auch auf Seiten der Nutzer deutlich dämpfen.

Das vorliegende Beitragswerk ist aus dem Symposium „Smartphone-Tracking: Stand der Technik und Nutzen für die Verkehrsforschung“ hervorgegangen, zu dem etwa 40 Tracking-Experten aus sieben Ländern genau diese Tücken diskutierten. Im Plenum sowie in vier Workshops wurden entlang von Studienkonzeptionen, technischen Voraussetzungen und der Nutzerakzeptanz aktuelle Herausforderungen der automatischen Wegeerfassung diskutiert. Diese Diskussionen bilden die Schwerpunkte dieses Buches. Das kumulierte Wissen zum Stand der Technik und zum Einsatz von Smartphone-Tracking in der Verkehrsforschung ist dabei nicht nur für Mobilitätsforscher und Informatiker von

Interesse, sondern für jede Privatperson, die sich über die Möglichkeiten und Grenzen des Trackings informieren möchte.

Für diesen umfassenden Überblick zu einem hochaktuellen Thema bedanken wir uns bei allen, die sich an dem Symposium beteiligt haben, und besonders denjenigen, die als Autorinnen und Autoren ihr Wissen zur Verfügung stellen. Außerdem danken wir den Mitarbeitern von TelematicsPro, die uns ermutigt und unterstützt haben, dieses Werk zusammenzustellen.

Im März 2014

Marc Schelewsky
Helga Jonuschat
Benno Bock
Korinna Stephan

Inhaltsverzeichnis

1 Vom Raumbedarf der Moderne und dem Versuch, diesen zu vermessen	1
Andreas Knie	
2 Tracking mit Smartphones: Einführung in die Technik und Stand der Forschung	5
Marc Schelewsky	
2.1 Einleitung	5
2.2 Verfahren der Technikgestützten Positionsbestimmung	8
2.2.1 Satellitengestützte Verfahren	8
2.2.2 Positionsbestimmung über Funkzellen	11
2.2.3 Positionsbestimmung mit WLAN-Netzen	11
2.2.4 Inertialsensorik und weitere Ansätze	13
2.2.5 Zwischenresümee	14
2.3 Einsatz von GPS in den Verkehrswissenschaften	14
2.3.1 Die ersten verkehrswissenschaftlichen Studien mit GPS	14
2.3.2 Nutzung von GPS zur Ermittlung von Korrekturfaktoren	15
2.3.3 Einsatz von personengebunden GPS-Datenloggern	16
2.3.4 Passive GPS-Erhebungen und die Ermittlung von Wegeparametern	17
2.4 Datenschutz und Akzeptanz	18
2.5 Fazit und Ausblick	20
Literatur	20
3 Das Elektronische Wegetagebuch – Chancen und Herausforderungen einer Automatisierten Wegeerfassung Intermodaler Wege	25
Korinna Stephan, Katja Köhler, Matthias Heinrichs, Martin Berger, Mario Platzer und Emanuel Selz	
3.1 Einleitung	26
3.2 Erfassung Intermodaler Wegstrecken mit dem Smartphone	27
3.2.1 Herausforderungen bei der Erfassung von Intermodalen Wegen . . .	28
3.2.2 Motivation	28

3.2.3	Erfassen von Intermodalen Wegstrecken mit Smartphones	30
3.2.4	Datenverarbeitung	31
3.2.5	Ergebnisse des Pilotversuches	34
3.2.6	Fazit und Empfehlungen für Zukünftige Erhebungen	35
3.3	Das SmartMo-Mobilitätsbefragungstool: Systemkonzeption und Nutzererfahrungen	36
3.3.1	Hintergrund und Stand der Wissenschaft	37
3.3.2	Systemkonzeption des Smartphone-Mobilitätsbefragungstools SmartMo	38
3.3.3	Pilotstudie SmartMO: Vorgehensweise, Datenbasis und Ergebnisse	41
3.3.4	Schlussfolgerungen	43
	Literatur	44
4	Bestimmung von Wegen und Verkehrsmitteln mittels Ortungstechnologien – Stand der Technik und Herausforderungen	47
	Benno Bock, Thomas Loewel, Johannes Rosch, Josef Ritzer, Markus Lienkamp, Heike Twele und Dirk Stürzekarn	
4.1	Einleitung	48
4.2	WLAN-basierte Ortung – Erfahrungen mit Infrastruktur und Endgeräten	49
4.2.1	Technologiestandards	51
4.2.2	Praxisbericht: WLAN basierte Indoor-Navigation in einem Flughafenterminal	54
4.2.3	Praktische Erfahrungen und Empfehlungen	57
4.3	Erfassung von Positions- und Bewegungsdaten von Fahrzeugen mit Hilfe von Smartphones	60
4.3.1	Stand der Technik	61
4.3.2	Plattform zur Erfassung von Bewegungsdaten	64
4.3.3	Filter zur Fusion von Messdaten	67
4.3.4	Zusammenfassung	74
4.4	Entwicklung eines Smartphone basierten Tracking-Tools	74
	Literatur	81
5	Die Nutzersicht: Akzeptanzfaktoren und Integration ins Post-Processing	83
	Helga Jonuschat, Michaela Zinke und Benno Bock	
5.1	Einleitung	83
5.2	Harmlose Standortdaten? Verbraucherprobleme bei Location Based Services	85
5.3	Nutzerakzeptanz von Smartphone-Tracking	89
5.3.1	Akzeptanzforschung ist wichtig für eine erfolgreiche Einführung von Smartphone-Tracking	89

5.3.2	Techniktests eines prototypischen Trackers im cairo-Projekt	90
5.3.3	Akzeptanz von Smartphone-Tracking besteht aus drei Kernaspekten	92
5.3.4	Nächste Schritte: Inzentivierung und frühzeitige, konzeptionelle Einbindung der Kernaspekte	100
	Literatur	100
6	Ausblick: Zukünftige Potenziale des Smartphonetrackings	103
	Helga Jonuschat und Marc Schelewsky	
	Literatur	108

Die Herausgeber und Autoren

Martin Berger studierte Bauingenieurwesen an der TU Kaiserslautern und ist geschäftsführender Gesellschafter der verkehrplus GmbH. Nach Forschungs- und Lehrtätigkeiten in Weimar, Graz und Erfurt übernahm er 2014 die Universitätsprofessur für Verkehrspolitik und Verkehrssystemplanung an der TU Wien.

Benno Bock ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am InnoZ und evaluiert die Auswirkungen von Produktinnovationen im Mobilitätsbereich. Im Fokus stehen dabei neuartige Mobilitätsdienste, die auf Informations- und Kommunikationstechnologien beruhen.

Matthias Heinrichs promovierte 2010 an der TU Berlin im Bereich Computer Vision und arbeitet für die Verkehrsforschung am DLR im Bereich Modellierung.

Dr. Helga Jonuschat (Dipl.-Ing Architektur und Stadtplanung) befasst sich am InnoZ mit sozialwissenschaftlicher Mobilitäts- und Nutzerakzeptanzforschung zur mediengestützten Mobilität und Nutzerakzeptanz von Innovationen.

Prof. Dr. Andreas Knie ist in den Themenfeldern Mobilitäts- und Innovationsforschung sowie Technologie- und Wissenschaftspolitik beheimatet. Neben seiner Tätigkeit am Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung ist er Hochschullehrer an der TU Berlin, Bereichsleiter für Intermodale Angebote und Geschäftsentwicklung der Deutschen Bahn AG und in der Geschäftsführung des Innovationszentrums für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel GmbH (InnoZ).

Katja Köhler ist wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung Personenverkehr am Institut für Verkehrsforschung des DLR und vor allem für die statistische Datenanalyse verantwortlich.

Prof. Dr.-Ing. Markus Lienkamp ist seit 2009 Ordinarius des Lehrstuhls für Fahrzeugtechnik an der Technischen Universität München, sowie Leiter des Wissenschaftszentrums Elektromobilität und wissenschaftlicher Berater bei TUM Create in Singapur.

Thomas Loewel Das Interessengebiet von Thomas Loewel umfasst alle Aspekte der re-konfigurierbaren Logik.

Dipl.-Ing. Mario Platzer studierte Bauingenieurwesen (TU Graz) und Soziologie (Karl-Franzens Universität Graz). Nach Projektassistenz an der TU Graz wechselte er als Verkehrsplaner zu verkehrplus GmbH. Zu seinen Kernkompetenzen gehören qualitative und quantitative Erhebungs- und Analysemethoden, die Analyse von Verhaltensänderungen und die Erforschung innovativer Informations- und Kommunikationstechnologien im Mobilitätsbereich.

Josef Ritzer M. Sc., ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik an der Technischen Universität München und im Bereich der Sensordatenfusion sowie der Mobilitätsdatenerfassung mit mobilen Endgeräten tätig.

Johannes Rosch hat seine Wurzeln im Telekommunikationsumfeld und beschäftigt sich sowohl beruflich als auch privat mit innovativen Themen rund um den mobilen Lebensstil, speziell im Bezug auf deren Chancen und Herausforderungen unter technischen, betriebswirtschaftlichen und gesellschaftlichen Gesichtspunkten.

Marc Schelewsky befasst sich am InnoZ mit personalisierten Navigationssystemen, IT-Trends, GPS-basierter Verkehrs- und Mobilitätsforschung, dem Einsatz von Ortungstechnologien für Mobilitätsdienstleistungen sowie mit neuen Formen der Kundenakzeptanzforschung.

Dipl.-Ing. Emanuel Selz studierte Raumplanung an der Bauhaus-Universität Weimar und lehrte an mehreren Forschungseinrichtungen. Kernarbeitsgebiete sind die Mobilitätsforschung und die Verkehrsnachfragemodellierung. Seit 2006 ist er geschäftsführender Gesellschafter der verkehrplus GmbH.

Korinna Stephan studierte Wirtschaftswissenschaften in Kassel und Manchester. Seit 2011 beschäftigt sie sich im InnoZ mit der Nutzerakzeptanz und möglichen Geschäftsmodellen von innovativen Mobilitätssystemen sowie alternativen Antriebsformen, multi- und intermodaler Mobilität und die Unterstützung dieser Mobilitätsformen durch Informations- und Kommunikationstechnologien.

Dirk Stürzekarn arbeitet seit 2010 im Mobilbereich der HaCon Ingenieurgesellschaft in der Android-Entwicklung. Neben Auskunftsanwendungen entwickelt er Smartphone-Clients zur Ortung und Betriebsführung für das rechnergestützte Betriebsleitsystem „Smart VMS“ mit.

Heike Twele ist im Bereich Fahrgastinformation tätig und koordiniert seit 2009 bei der Hacon Ingenieurgesellschaft mbH Forschungsprojekte im Bereich des HAFAS-Reiseauskunftssystems.

Michaela Zinke ist Wirtschaftsjuristin und setzt sich für den Verbraucherschutz in der digitalen Welt ein.