



Quelle: verticalarray – Fotolia.com

BIG DATA IN DER VERKEHRSPANUNG

Verkehrszählungen und manuelle Fahrtenbücher sind in der Verkehrsforschung noch immer verbreitete Datenquellen, um das Mobilitätsverhalten der Gesellschaft zu erforschen. Doch dank der weiten Verbreitung von Smartphones werden künftig ganz neue Ansätze möglich werden. Die kleinen mobilen Geräte machen aus jedem seiner Besitzer einen lebenden Sensor, dessen Bewegungen dauerhaft getrackt werden können. Die Herausforderungen dabei sind der Datenschutz und neue Analyse-Konzepte für Big Data. Agentenmodelle könnten dabei helfen.

So unheimlich und mysteriös wie früher die Seeungeheuer historischer Karten erscheinen manchem heute die Datenkraken, die mit ihren Armen jede noch so kleine digitale Bewegung der Menschheit fest umschließen. Man kann nicht anders, als in diesem Zusammenhang auf die Riesen-datenkraken namens Google und Apple zu verweisen. Doch allein im Datenmeer der Mobilitätsinformationen tummeln sich genügend andere Beispiele: So sammelt der ADAC-Staumelder un-

ter Einwilligung der Nutzer deren GPS-Tracks, um stockenden Verkehr zu identifizieren. Eine Kombination mehrerer Datenquellen erfolgt durch Nokia für den gleichen Zweck. Das Ergebnis ist in Nokia-Maps als rot markierte Wegstrecken zu sehen. Verbindungs-abfragen und Ticketkauf über digitale Medien können von der HaCon, dem Entwickler des DB-Navigators, zu virtuellen Fahrgästen zusammengefasst werden, die eine zuverlässige Vorhersage zu Zugauslastungen möglich macht.

Die Beispiele zeigen, dass Verkehrsplanung und Mobilitätsforschung heute auf ganz neuartigen Mobilitätsdaten aufbauen können.

NUTZERGENERIERTE DATEN ZUR VERKEHRSPANUNG

In dieser Art könnten in Zukunft nutzergenerierte Daten viel stärker für die Verkehrsplanung genutzt werden. Das automatisierte Erfassen großer Datenmenge erfolgte in diesem Kontext

schon seit den sechziger Jahren, zum Beispiel über Zählschleifen. Jedoch ließen sich so nur punktuell an einzelnen Standorten das Verkehrsaufkommen beobachten. Der Kontext, insbesondere die Quelle-Ziel-Relationen, blieb dabei außen vor. Die manuelle Aufzeichnung von Aufenthalten, Wegestrecken und -zwecken sowie Verkehrsmitteln in Form von Wegetagebüchern war für lange Zeit der einzige Weg, konsistente Datengrundlagen für die Analyse individueller Mobilitätsmuster zu schaffen, und ist auch heute noch kaum aus der Mobilitätsforschung wegzudenken. Eine GPS- und computergestützte Automatisierung dieses Prozesses reduziert nicht nur die Zeit- und Arbeitsintensität für ProbandInnen einerseits und MobilitätsforscherInnen andererseits auf ein Minimum, sondern bringt zudem eine erhebliche Steigerung hinsichtlich des Auswertungspotenzials mit sich. So können – ein reliabler Aufbereitungsprozess, adäquate Rohdatenerfassung sowie die technische Infrastruktur vorausgesetzt – aus unbegrenzten Mengen räumlicher Daten forschungsrelevante Informationen abgeleitet und dabei je nach Schnittstellenkonfiguration sogar in Quasi-Echtzeit aktualisiert werden.

DAS ZIEL: VERNETZTE MOBILITÄT

Auch für die ProbandInnen bietet das Tracking Vorteile: Die Erstellung eines mittel- bis langfristigen Wegetagebuchs kann mit erheblichem Aufwand (und evtl. Fehlern) verbunden sein. Daher dürfte die Teilnahmebereitschaft bei einem passiven Ansatz mittels GPS-Tracking deutlich höher ausfallen, zumal für das Tracking nutzbare Smartphones mittlerweile den Weg in alle Bevölkerungsgruppen gefunden haben. Heute trägt ein Großteil der Bevölkerung eine ganze Sensorkollektion im Smartphone immer bei sich. Der Klassiker unter den Sensoren ist dabei der GPS-Empfänger, der die Erfassung von Bewegungsprofilen ermöglicht. Zukünftig wäre bei sicheren und vertrauenswürdigen Datenschutzkonzepten die Beobachtung und

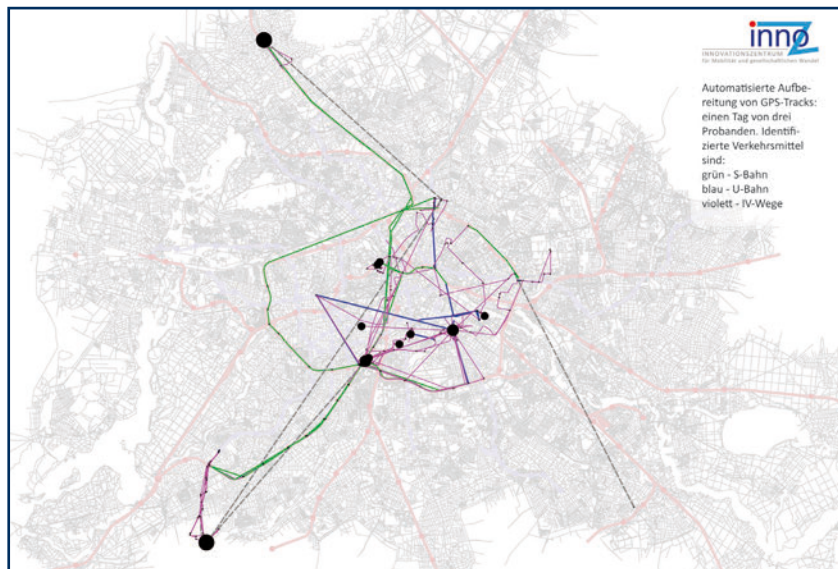


Abbildung 1: Auch mit akkuschonenden Trackingverfahren können schnell Aktivitätsräume und Mobilitätsmuster identifiziert werden.

Erfassung aktueller Mobilitätsmuster unter diesen technischen Rahmenbedingungen denkbar.

Um der Gesellschaft einen Dienst zu erweisen, ist es aber mit dem alleinigen Beobachten nicht getan. Es gilt vielmehr, die Informationen in einen planerischen Prozess einzubinden, der eine Verbesserung der Lebensqualität und Verringerung der Umweltbelastungen zum Ziel hat. Im Mobilitätsbereich wird zunehmend versucht, diese Ziele mit komplexeren Maßnahmen und Produkten im Sinne einer vernetzten Mobilität anzustreben. Ein gutes Beispiel hierfür ist das eCarsharing-Projekt BeMobility, in dem bereits seit 2009 ÖPNV, Carsharing und Elektromobilität zusammengeführt werden. Nicht nur die Komplexität dieser Produkte birgt Herausforderungen für klassische Verkehrsplanungstools, sondern auch die Neuheit, die dazu führt, dass solche Produkte einen gesellschaftlichen Diffusionsprozess durchlaufen. Aus diesem Grund ist eine rasche Abfolge von Beobachten, Interpretieren, Planen und wieder Beobachten notwendig. Klar ist: Mit dem Datenumfang, der jeden Tag produziert wird, ist ein Beobachten in Echtzeit möglich. Doch wie kann man diese Datenmengen effektiv für die Planung nutzen? Die Entwicklung von neuartigen Verkehrsplanungstools auf

Basis von Multi-Agenten-Simulationen könnte hier den entscheidenden Baustein bilden.

DAS SMARTPHONE ALS IDEALES ERHEBUNGS- INSTRUMENT?

Die Vorteile des Smartphones für die Erfassung personenbezogener Ortsdaten liegen auf der Hand: Das Gerät hat man in den meisten Fällen immer dabei, es stellt somit für ProbandInnen keine zusätzliche Last dar und ist im Normalfall stets eingeschaltet. Eine App macht das Smartphone schnell und unkompliziert zu einem Tracker und benötigt nur minimale und einmalige Benutzereingaben, um danach ungestört Daten zu erfassen und an einen Server weiterzuleiten. So beeinflusst die Erhebung das Mobilitätsverhalten so wenig wie möglich. Zugleich werden die neuen Herausforderungen deutlich, die das Smartphone-Tracking mit sich bringt: Die Akkulaufzeit ist dabei wohl eine der wichtigsten technischen Fragen, der Datenschutz eine der gesellschaftlich sensibelsten Themen beim Tracking. Kritische Dimensionen beim Datenschutz sind Datentransparenz und -hoheit, welche sich für ProbandInnen jedoch gut über ein interaktives Webinterface ermöglichen lassen, bei dem

Quelle: InnoZ

sie die aufgezeichneten Wege freigeben oder korrigieren können.

AUS PUNKTEN MACH WEGE

PostGIS als frei zugängliche, räumliche Erweiterung für PostgreSQL verbindet die Vorzüge einer objektrelationalen Datenbank mit denen räumlicher Analysemöglichkeiten. Gerade für die Verwaltung und Analyse sehr großer Datensätze und entsprechender Automatisierungsprozesse eignet sich ein solches Datenbanksystem und auch hinsichtlich der dem eigentlichen Auswertungsprozess vor- und nachgelagerten Schnittstellen sind komfortable und performante Möglichkeiten gegeben. Der Weg von einem Rohdatensatz, der aus nicht mehr als geo- und zeitkodierte Punkte sowie ggf. groben Beschleunigungs- und Genauigkeitsparametern besteht, hin zu ansprechend visualisierbaren und statistisch auswertbaren Paketen verläuft modulhaft und kann grob in zwei Ebenen unterteilt werden.

DATENBEREINIGUNG

Standortbestimmungen per GPS bringen immer satelliten- sowie geräteabhängige Ungenauigkeiten mit sich, die in der Weiterverarbeitung die räumliche Skala, sozusagen die maximale Zoomstufe, nach unten hin beschränken. Die Verwendung des Smartphones als GPS-Empfänger birgt jedoch noch eine weitere Herausforderung: Umfangreiche Testdurchläufe mit Geräten verschiedener Hersteller und Preisklassen zeigten, dass nicht nur die durchschnittliche Genauigkeit der ermittelten Ortungsdaten zwischen den getesteten Geräten weit streuen, sondern viele Geräte überhaupt keinen Präzisionsparameter liefern. Für eine umfangreiche Datenbereinigung sind somit einfache, auf numerischen Grenzwerten basierende Filterprozesse, wenn überhaupt möglich, nur der erste Schritt und müssen ergänzt werden durch komplexe Algorithmen, die jeden erfassten Punkt auf seine Plausibilität

hin testen. Gleichzeitig müssen in diesen Tests Schwellenwerte so angepasst werden, dass Rohdaten möglichst unabhängig von ihrer durchschnittlichen Genauigkeit konsistente und vergleichbare Ergebnisse liefern. Von zentraler Bedeutung hinsichtlich Auswertbarkeit und Datenreduktion ist beispielsweise die Detektion von Aufenthalten. Durch fortlaufende Positionsermittlung entstehen Punktwolken um den realen Aufenthaltsort, die als solche erkannt und dabei von kleinskaligen Bewegungsmustern (z.B. Parkspaziergängen) unterschieden werden müssen. Ambivalent ist die Frage nach der Vorfiltrierung während des Tracking-Prozesses: Sind auf der einen Seite für eine alltagskompatible Akkulaufzeit gewisse Einschränkungen notwendig, etwa eine Anpassung der Trackingfrequenz an die Geschwindigkeit der ProbandInnen, ist hinsichtlich der Datenaufbereitung eine möglichst hohe Anzahl erfasster Punkte wünschenswert, sodass Aufbereitungsschritte transparent und reproduzierbar und Fehlerquellen nachvollziehbar bleiben können.

PARAMETRISIERUNG

Ist die Datenbereinigung, also letztlich die Transformation von riesigen Mengen reiner Punktdaten in vergleichsweise wenige Punkt- (Aufenthalte) und Liniengeometrien (Wegeabschnitte) abgeschlossen, folgt die thematische Analyse. Hierfür werden alle Wegeabschnitte einer hierarchischen Klassifizierung unter Einbezug verkehrsbezogener Rauminformationen, v.a. Straßen- und Schienennetz sowie ÖV-Stationen unterzogen. Während die Unterscheidung von S- und U-Bahnfahrten hinsichtlich zur Verfügung stehender, detaillierter Schienennetzpläne noch vergleichsweise einfach ist, steigt die Herausforderung deutlich mit Betrachtung des Individualverkehrs, in dem unterschiedliche Verkehrsmittel gleiche Streckenverläufe erzeugen können. Hier müssen zusätzliche Parameter, wie Geschwindigkeits- und Beschleunigungswerte, errechnet und

hinzugezogen sowie kontextbasierte Informationen geschaffen werden. So ist bei einem drei Minuten dauernden Wegeabschnitt zwischen einer Bus- und einer U-Bahn-Fahrt eher nicht mit einer Autofahrt, sondern mit großer Wahrscheinlichkeit mit einer zu Fuß absolvierten Strecke zu rechnen. Noch weiter verfeinert wird ein solcher Entscheidungsbaum durch den Abgleich mit Echtzeitinformationen (Fahrpläne und Buchungszeiten) öffentlich zugänglicher Verkehrsmittel, zu denen nicht nur Busse und Bahnen, sondern seit einiger Zeit auch Fahrzeuge von Car- und Bikesharing-Anbietern gehören.

Dieser kurze Einblick in die Prozesse der automatisierten Mobilitätsanalyse verdeutlicht bereits Folgendes: Auch wenn noch technologische und analytische Herausforderungen zu bewältigen sind, ist bereits jetzt abzusehen, dass die Qualität und der Umfang traditioneller Verkehrserhebungen mittels Smartphone-Tracking bald erreicht bzw. übertroffen werden dürfte. Die Automatisierung eröffnet damit ganz neue Möglichkeiten: Riesige und jederzeit aktualisierbare Datensätze mit komplexen Informationen über Wege- und möglicherweise Aktivitätsketten verschiedenster Bevölkerungsgruppen, die mit geringem Aufwand generiert worden sind, liefern der Mobilitätsforschung Signifikanz- und Flexibilitätsniveaus, die vor kurzem noch undenkbar gewesen wären.

VON STATISCHEN ZU DYNAMISCHEN VERKEHRSMODELLEN

Die Entwicklung von Verkehrsmodellen harmoniert mit dem Trend hin zu umfangreichen und detaillierteren Datensätzen. Traditionell wird in der Verkehrsplanung der Vier-Stufen-Prozess zur Vorhersage von Verkehrsaufkommen genutzt. Namengebend sind für diese Modellierungsmethode die Stufen Verkehrserzeugung, Verkehrsverteilung, Verkehrsauswahl und Ver-

kehrsumlegung. So werden nützliche Prognosen zum Verkehrsaufkommen geliefert – jedoch können aufgrund der zeitlich und räumlich aggregierten Daten dynamische und kleinteilige Prozesse nicht abgebildet werden. Um zeitlich variable Modelle zu generieren, greifen heutzutage immer mehr Modelle auf aktivitätsbasierte Daten wie zum Beispiel Tages- und Wegepläne zurück. In diesem Zusammenhang spricht man von aktivitätsbasierten Methoden, die sich in ihren einzelnen Schritten durchaus an den Vier-Stufen-Prozess anlehnen. Eine räumliche Aggregation der Daten wird jedoch weiterhin vorgenommen.

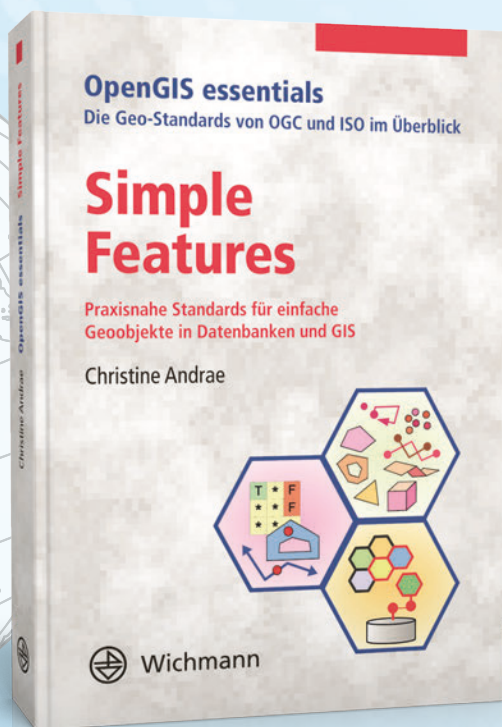
Bei einer Multi-Agenten-Simulation wird über die Nutzung von aktivitätsbasierten Daten hinaus eine synthetische Bevölkerung aus sogenannten Agenten simuliert. Die grundlegende Überlegung hierbei ist, dass durch eine inkrementelle Verkleinerung der Verkehrszellen letztendlich Haushal-

te oder Individuen im Fokus bleiben. Diese können dank verbesserter Rechnerleistungen als (virtuelle) Agenten simuliert werden. Kern des MATSim-Modells ist eine Nutzenoptimierung entsprechend dem Nash-Gleichgewicht für Tagespläne basierend auf Aktivitäten und den dazugehörigen Wegen. Der Nutzen wird über ein Verhaltensmodell errechnet, der für den Weegeanteil typische verkehrsplanerische Kennwerte wie negativer Nutzen durch die Fahrzeit und Umstiege sowie Kosten durch Fahrweiten und Buchungsdauern beinhaltet. In einer Iteration werden alternative Tagespläne erstellt, wovon für den nächsten Iterationsschritt die nützlichsten übertragen werden. Multi-Agenten-Modelle weisen daher neben einer sehr hohen Flexibilität in der kleinräumlichen Abbildung auch eine mögliche Anpassung von Nachfrage, Verteilung und Auswahl auf, indem das Verhaltensmodell entsprechend angepasst wird. So sind sehr spezifische Aussagen

bei angemessenem Aufwand möglich.

MODELLIERUNG VON CARSHARING IN BERLIN

Eine solche spezifische Fragestellung ist die der Wirkungsweise von flexiblem Carsharing. Stellt das neue, zusätzliche Angebot eine Konkurrenz zum ÖPNV dar oder fördert es eine Abkehr vom Privat-PKW? Nach einer Prüfung bestehender Methoden und Anbieter wurde eine Multi-Agenten-Simulation mit der Software MATSim gewählt, um ein Gesamtbild der Carsharingnutzung an einem durchschnittlichen Nutzungstag zu erzeugen. Die Arbeiten wurden von der senozon AG durchgeführt. Ausschlaggebend für die Wahl von MATSim war zum Einen der weite Entwicklungsstand der Software und zum Anderen, dass bei MATSim die Modell-erstellung auf der Nutzung eines bestehenden BVG-Modells basieren kann. Das Modell wurde durch



 **Wichmann**

NEU

Andrae, Christine

OpenGIS essentials Simple Features

Praxisnahe Standards für einfache
Geobjekte in Datenbanken und GIS

2013, 240 Seiten

ISBN 978-3-87907-524-9

44,- €

Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten.
Es gelten die Liefer- und Zahlungsbedingungen des VDE VERLAGS.



Jetzt gleich hier bestellen: www.vde-verlag.de/130401

www.wichmann-verlag.de

VDE VERLAG GMBH

Bismarckstr. 33 · 10625 Berlin · Tel.: (030) 34 80 01-222
Fax: (030) 34 80 01-9088 · kundenservice@vde-verlag.de

VDE

VERLAG

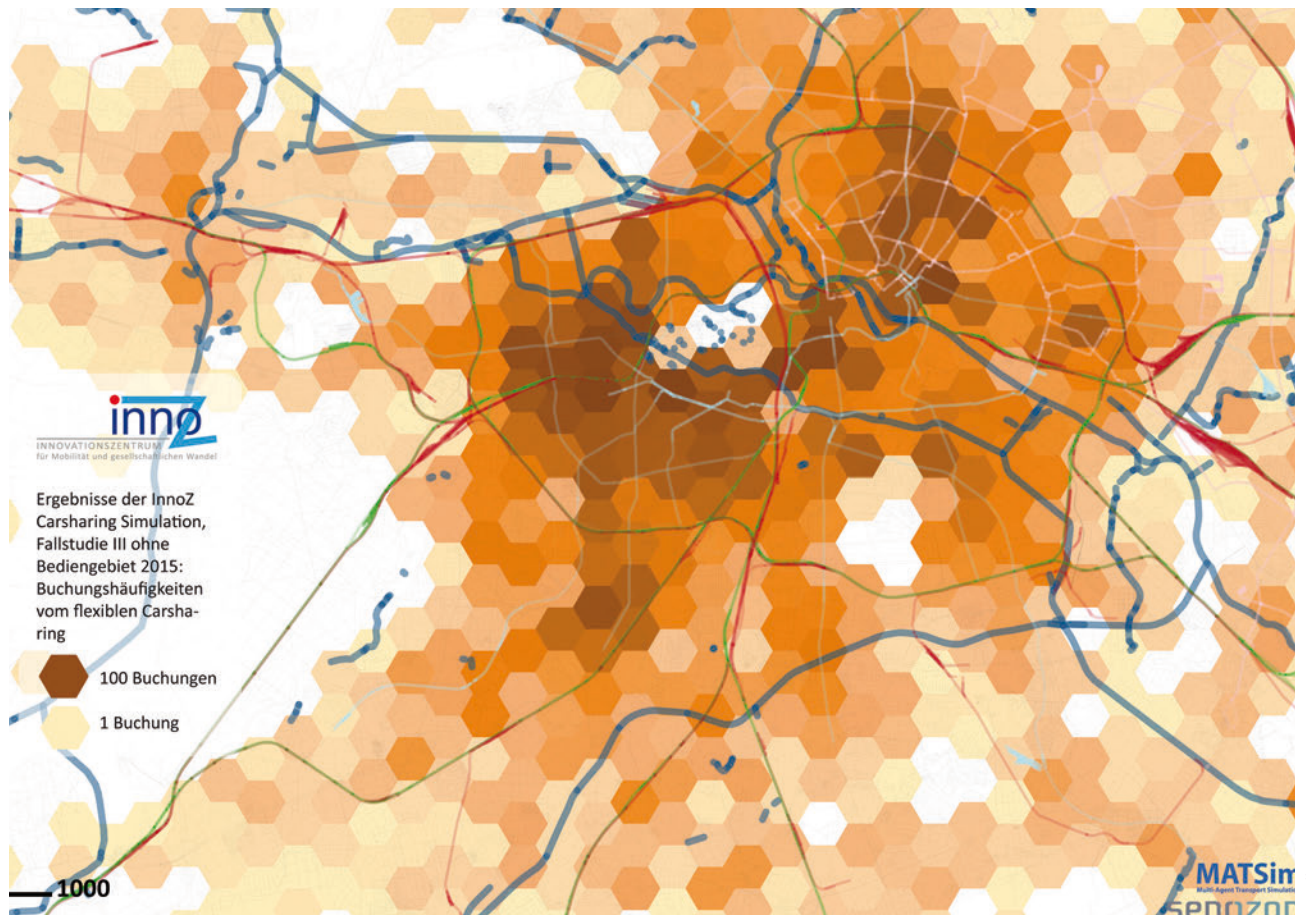


Abbildung 2: Flexibles Carsharing ohne Grenzen – die Simulation von möglichen Szenarien kann in der Planung helfen, die richtigen Entscheidungen zu treffen.

die BVG explizit für dieses Projekt zur Verfügung gestellt. Damit konnte die Arbeit auf ein für die vier wichtigsten Verkehrsträger (ÖV, MiV, Rad und Fußverkehre) kalibriertes und validiertes Modell zugreifen. Der räumliche Rahmen umfasst Berlin und das Berliner Umland. Die Infrastruktur wird für diesen Raum detailliert durch ÖV-Linien und Straßennetz abgebildet, die Landnutzung größtenteils gebäudefein. Die Bevölkerung wird durch über vier Millionen Agenten gebildet, die durch soziodemographische Kennwerte und Verkehrsmittelverfügbarkeiten beschrieben werden. Zeitlich ist das Modell für einen Tag ausgelegt, wobei jede Sekunde dargestellt werden kann. Das Basismodell bezieht sich auf das Jahr 2011 vor Einführung der flexiblen Carsharing-Angebote. Es dient als Grundlage für vier weitere Fallstudien für das Jahr 2015. Die Fallstudien I und II beschreiben ein erweitertes Angebot von stationärem Carsharing in ver-

schiedenen Stärken im Jahr 2015 ohne die Einführung von flexiblen Carsharing-Angeboten. Bei den Fallstudien III und IV wird das erweiterte Angebot entsprechend der Fallstudie I durch eine breite Einführung von flexiblen Carsharing-Angeboten ergänzt, einmal mit und einmal ohne Bediengebiet.

AKTIVITÄTS- UND WEGEKETTEN ALS DATENBASIS

Die Eingangsdaten entstammen diversen Quellen. Eine Besonderheit stellt die Einbindung von Back-End-Daten dar, welches in diesem Umfang vermutlich bisher in keinem Verkehrsmodell erfolgt ist. Die Buchungsdaten vom stationären Carsharing erlauben für das Flinkster-Angebot für 2011 praktisch eine Vollerhebung. Diese Quellen geben umfassend Auskunft über Buchungszeitpunkte, -dauern, -längen und Stationen sowie gute Hinweise auf soziodemographische Zusammensetzung der Kundengruppen

und ihrer räumlichen Verteilung nach Postleitzahlgebieten. Für die flexiblen Angebote führen stichprobenartige Erhebungen der Verfügbarkeiten und anhangengestützte Verteilungen zu ähnlich umfassenden Datensätzen, jedoch mit weniger umfassend beschreibenden Attributen. Für diese Angebote können jedoch räumliche Buchungshäufigkeiten nach Start- und Zielort, Buchungszeitpunkt, -dauer, -länge und nachfolgenden Standzeiten abgeleitet werden. Für beide Angebotsvarianten fehlen jedoch viele wichtige Informationen zum Kontext der Buchungen. So wurden die BeMobility-Begleitforschungsergebnisse zum stationären Carsharing genutzt, um typische Wegezwecke im Tagesgang und nach Entfernungsgruppen einzubringen. Auch die Form der Einbindung in Wegekettens, wie etwa die Anzahl der mit dem Carsharingfahrzeug angefahrenen Ziele oder Kombination von Verkehrsmitteln, wurde über die Befragungsdaten erhoben. An dieser Stelle erscheint die

umfangreiche Erfassung von Wegeketten durch das GPS-Tracking indes als zielführender. Schon die Kombination weniger Attribute führt zu vielen Untersuchungsgruppen mit nur wenigen Beobachtungen. Hier kann ein immer größer werdender Pool an Aktivitätsmustern einen echten Qualitätssprung bedeuten.

AUSBLICK: SCHNELLERE PLANUNGSZYKLEN

Es deutet sich an, dass mit den heutigen Tools eine kürzere Abfolge von Erfassen und Planen für die stadtverträgliche Verkehrsplanung möglich sein wird. Komplexität und Neuartigkeit von heutigen Maßnahmen im Mobilitätssektor fordern schnellere Planungszyklen. Die hier vorgestellten Methoden werden daher bei der Beurteilung und Umsetzung von vernetzten Mobilitätslösungen in Zukunft eine wichtige Rolle spielen. Schon heute können mit Smartphone-Trackern bis

zu einer gewissen Detailstufe konsistente, komplexe und geschlossene Informationen über Mobilitätsmuster generiert werden. Auch wenn momentan in der Einzelfallbetrachtung nicht jede Beobachtung korrekt sein mag, bietet die größere Menge eine Verbesserung von Signifikanz und Auswertungstiefe – eine wichtige Grundlage für agentenbasierte Verkehrsmodelle. Das Projekt Berlin elektroMobil hat gezeigt, dass solche Modelle zur Integration von Mobilitätsinnovationen prinzipiell geeignet sind. Doch auch wenn in diesem Bericht diese Tools ins Zentrum gerückt sind, ist eine Anwendung nur bei einem engen Wissensaustausch mit der sozialwissenschaftlichen Mobilitätsforschung sinnvoll. Die Metropole der Zukunft sollte daher zur Beurteilung von innovativen, verkehrlichen Maßnahmen weiter denken als bestehende Verkehrsmanagementzentralen. Sie sollte ein System unterhalten und pflegen, welches durch die Einbindung

verschiedenster Datensätze vielschichtig beobachten kann, auf dieser Basis flexibel und schnell Planungsgrundlagen erstellen kann und zudem durch eine Nutzerintegration die Ergebnisse kontextualisieren kann. ◀

AUTOREN UND KONTAKT:

Benno Bock

T: (030) 23 88 84 - 108

F: (030) 23 88 84 - 120

E: benno.bock@innoz.de

Joscha Kükenshöner

Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (InnoZ) GmbH
Torgauer Straße 12-15

10829 Berlin

E: joscha.kuekenshoener@innoz.de

I: www.innoz.de



www.intergraph-forum2013.de

Das Intergraph-Forum 2013 in Koblenz bietet mit 600 Teilnehmern und mehr als 50 Fachvorträgen hochwertige Informationen, Fortbildung und gezielte Anregungen rund um Geographische Informationssysteme, Server-Lösungen, Angebote für Photogrammetrie und Fernerkundung, Einsatzleittechnologie sowie Lageinformations- und Stabssysteme.

INTERGRAPH-FORUM 2013

18.-19. Juni 2013, Rhein-Mosel-Halle, Koblenz

Es erwarten Sie bei der praxisorientierten Fachkonferenz Neuigkeiten aus dem Unternehmen Intergraph, IT-Trends, innovative Projekte und Produktneuheiten.

