

Anforderungen an zukünftige Mobilitätserhebungen

Exigences relatives à de futures enquêtes de mobilité

Specifications for future mobility measurements

Zusammenfassung d, f, e

**büro widmer ag
Paul Widmer
Philippe Aemisegger**

**Rapp Trans AG
Martin Ruesch
Gianni Moreni**

**IVT ETH
Matthias Wagner
Kay W. Axhausen**

**Forschungsprojekt SVI 2011/015 auf Antrag der Schweizerischen
Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)**

Januar 2016

ZUSAMMENFASSUNG

Die Verkehrsplanung benötigt verlässliche Grundlagendaten zum Mobilitätsverhalten und zur Verkehrsnachfrage im Personen- und Güterverkehr. Oft sind Erhebungen dieser Daten anspruchsvoll und aufwändig. In dieser Studie wird untersucht, wie neue Technologien und Erhebungsmethoden dazu beitragen können, Mobilitäts- und Verkehrsdaten einfacher und umfassender zu gewinnen. Verkaufssysteme des öffentlichen Verkehrs, welche Mobilitäts- und Verkehrsdaten generieren, werden nicht behandelt.

Im Personenverkehr beschreiben Mobilitätsdaten das individuelle Mobilitätsverhalten (z.B. Wahl von Ziel, Abfahrtszeit, Verkehrsmittel, Route). Verkehrsdaten umfassen Kennwerte zum Verkehrsgeschehen (z.B. Verkehrsbelastung, Verkehrsdichte, Verkehrszusammensetzung an einem Querschnitt). Im Güterverkehr beinhalten die Mobilitätsdaten das individuelle Transportverhalten (z.B. Laufzeit, Route, Frachtart) und das aggregierte Transportverhalten (z.B. Verkehrsaufkommen, Verkehrsleistung, Nachfrageströme), während die Verkehrsdaten die analogen Kennwerte wie im Personenverkehr umfassen.

In einem ersten Schritt werden in der Studie die Bedürfnisse nach Mobilitäts- und Verkehrsdaten, u.a. auch mittels Interviews mit Fachleuten aus der Verkehrsplanung, ermittelt. Es zeigt sich, dass sich die Bedürfnisse nach Kennwerten je nach Aufgabenbereich (Grundlagen und Instrumente, Planung, Bau und Unterhalt, Betrieb/Management und Monitoring/Controlling) stark unterscheiden. Diverse neue Technologien und Erhebungsmethoden werden in der Schweiz bereits angewendet. Ein flächendeckender Einsatz wird aber erst erwartet, wenn die Qualität und die Effizienz der Erhebungen gesteigert oder wenn neue Kennwerte erhoben werden können.

In einem zweiten Schritt werden in der Studie die Technologien, welche bei neuen Erhebungsmethoden zum Einsatz gelangen, beschrieben. Die folgenden Technologien werden behandelt: GPS, Mobilfunkortung, Big Data, Radio Frequency Identification, Smart Card, Near Field Contact, Barcode, Wi-Fi, Bluetooth, Digitales Video/Foto, passives Infrarot, Laser, Ultraschall, Radiowellen, Magnetometer, Glasfaserkabel, Personenzählmatte. Diese Technologien werden bei verschiedenen Erhebungsmethoden, welche im Bericht beschrieben werden, eingesetzt, z.B. GPS-unterstützte Mobilitätserhebungen, Floating Car Data, Floating Phone Data, Identifikation mit ID-Code, Luftaufnahmen, automatische Identifikation von optischen Merkmalen, Signature Matching und Platoon Matching. Die neuen Erhebungsmethoden eignen sich primär für Zählungen von Verkehrsobjekten und Messungen von deren Eigenschaften (Ort, Zeit, Geschwindigkeit usw.).

Im dritten Teil der Studie wird das Anwendungspotenzial der neuen Technologien resp. Erhebungsmethoden mittels SWOT-Analysen untersucht. Als Stärken zeigen sich wiederholt die schnelle Datenverfügbarkeit, die Vollständigkeit der erhobenen Daten und ein automatisierter, relativ kostengünstiger Betrieb der Erhebung. Schwächen sind oft ein hoher Aufwand für die Nachbearbeitung und Auswertung der Daten. Als Chance bei gewissen Technologien (z.B. Bluetooth) wird insbesondere die zunehmende Verbreitung gesehen. Je nach Technologie resp. Erhebungsmethode können Konflikte mit dem Datenschutz entstehen. Ein ausserhalb der Studie durchgeführtes Fallbeispiel zeigt, dass bei einer GPS-unterstützten Mobilitätserhebung Daten erhoben werden, welche mit dem Schweizerischen Mikrozensus Mobilität und Verkehr verglichen werden können.

In einem vierten Schritt werden die Anforderungen an neue Technologien resp. Erhebungsmethoden aus planerischer Sicht untersucht. Experteninterviews und ein Expertenworkshop zeigten, dass für die Anwendung neuer Technologien resp. Erhebungsmethoden spezifische Anforderungen zu beachten sind, z.B. verbesserte Datenqualität, erhöhte Effizienz und Transparenz, Sicherstellung des Datenschutzes, ausreichende Dokumentation und Archivierung der Erhebungsergebnisse. Unterschiedliche Anforderungen gibt es hinsichtlich der angestrebten Datenqualität und der Erhebungseffizienz. Im Vergleich zu den herkömmlichen Mobilitäts- und Verkehrserhebungsmethoden ist aus planerischer Sicht zu beachten, dass es sich um komplexe Technologien handelt (Plausibilisierung der Datenqualität, Transparenz, Erkennung von Falschmessung resp. Geräteausfällen) und dass potenziell sensible Daten hohe Anforderungen an den Datenschutz stellen. Die anfallenden grossen Datenmengen erfordern eine leistungsfähige Datenübertragung und -speicherung sowie leistungsfähige Routinen für die Datenbereinigung und Kennwertberechnung.

Wegen der Schnellebigkeit der Technologien ist deren langfristige Verfügbarkeit ein wichtiger Aspekt bei der Methodenwahl.

Im letzten Schritt wird das Anwendungspotenzial den planerischen Anforderungen gegenüber gestellt. Es zeigt sich, dass keine der Methoden in jeder Beziehung besser ist als herkömmliche Methoden. GPS-unterstützte Erhebungen beispielsweise erfüllen generell die gewünschten Anforderungen relativ gut, sowohl bei der Vollständigkeit und Genauigkeit der Daten als auch bei der Bereitschaft zur Mitwirkung der Probanden. Hingegen ist insbesondere der Aufwand für die Aufbereitung und Auswertung der Daten relativ hoch. Die Verwendung von Big Data bereitet noch erhebliche Probleme, da besonders bei der Auswertung sowie bei der generellen Akzeptanz Defizite bestehen. Beim Entscheid, ob neue Technologien resp. Methoden zur Verkehrserhebung eingesetzt werden sollen, sind jeweils Gesamtkosten (Investitions-, Erhebungs-, Auswertekosten usw.) zu betrachten. Allgemeingültige Aussagen zu den kostenmässigen Vor- und Nachteilen der neuen Technologien sind nicht möglich.

Als Schlussfolgerung aus der Forschungsarbeit lässt sich sagen, dass mit den vorgestellten neuen Technologien und Erhebungsmethoden der Verkehrsplanung viele Möglichkeiten zur Erfassung von neuen, umfangreicheren und genaueren Daten eröffnen. Die Analyse der neuen Technologien und Methoden für die Mobilitäts- und Verkehrserhebung hat aber gezeigt, dass die meisten neuen Erhebungsmethoden für den Einsatz im Personenverkehr konzipiert und dafür angewendet werden und weniger für den Güterverkehr. Auch ohne dass sich dadurch die grundsätzliche Methodik der Verkehrsplanung ändert, können von dieser rascher verfügbare und besser fundierte Ergebnisse erwartet werden. Die Anforderungen an die Mobilitätserhebungen bleiben unverändert; die erhobenen Daten müssen aktuell, vollständig, genau und zugänglich sein. Bei Erhebungsmethoden, welche die Sammlung personalisierter Daten (z.B. Bewegungsmuster) erlauben, ergeben sich hohe Anforderungen an den Datenschutz. Mit der zunehmenden Möglichkeit, Mobilitäts- und Verkehrsdaten in Echtzeit zu erfassen, eröffnen sich neue Chancen für "data-driven" Prozesse, z.B. in der Verkehrssteuerung. Hindernisse für den vermehrten Einsatz von neuen Technologien bei Mobilitäts- und Verkehrserhebungsmethoden sind die z.T. noch mangelnde Repräsentativität der erhobenen Daten, die fehlende Transparenz und insbesondere der Datenschutz.

RÉSUMÉ

La planification des transports nécessite des données de base fiables en ce qui concerne le comportement et la demande en matière de mobilité aussi bien pour les déplacements de personnes que de marchandises. La récolte de ces données est souvent exigeante et coûteuse. La présente recherche examine comment les nouvelles technologies et méthodes d'enquêtes peuvent contribuer à acquérir plus simplement et complètement des données de mobilité et de transport. Les systèmes de vente des transports publics, générant des données de mobilité et de trafic ne font pas l'objet de cette étude.

Dans le transport des personnes, les données de mobilité décrivent le comportement individuel en matière de déplacement (p. ex. choix de la destination, heure de départ, moyen de transport, itinéraire). Les données de transport incluent les caractéristiques de la circulation (p. ex. charge, densité et composition du trafic dans une section). Dans le transport des marchandises, les données de mobilité comprennent le comportement en matière de déplacement tant individuel (p. ex. temps de parcours, itinéraire, genre de fret) qu'agrégé (p. ex. volume de trafic, prestations, flux de demande), alors que les données de transport sont les mêmes que pour le transport des personnes.

Dans une première phase d'étude, les besoins de données en matière de mobilité et de circulation sont identifiés, notamment au moyen d'entretiens avec des spécialistes de la planification des transports. Il en ressort que les besoins en caractéristiques divergent selon les domaines (bases et instruments, planification, construction et entretien, exploitation et gestion, suivi et contrôle). Diverses technologies et méthodes de récolte nouvelles sont déjà appliquées en Suisse. Une utilisation à large échelle n'est cependant attendue que lorsque la qualité et l'efficacité de telles enquêtes seront augmentées ou lorsque que de nouvelles caractéristiques pourront être récoltées.

Dans une deuxième phase d'étude, sont décrites les technologies auxquelles recourent les nouvelles méthodes de récolte. Les technologies suivantes ont été traitées: GPS, localisation par téléphone portable, Big Data, identification par fréquence radio, Smart Card, near field contact, code barre, Wi-Fi, Bluetooth, photos et vidéos numériques, infrarouge passif, laser, ultrasons, ondes radio, magnétomètre, câble à fibre optique, tapis de comptage de personnes. Ces technologies sont appliquées à différentes méthodes de récolte qui sont décrites dans le rapport, par exemple enquêtes de mobilité à l'aide de GPS, Floating Car Data, Floating Phone Data, identification par code ID, photos aériennes, identification automatique de particularités optiques, correspondance de signature et de groupe. Les nouvelles méthodes de récolte sont avant tout appropriées pour les comptages d'objets en circulation et les mesures de leurs propriétés (lieu, heure, vitesse etc.).

Dans une troisième phase d'étude, le potentiel d'application des nouvelles technologies ou méthodes de récolte sont examinées à l'aide d'analyses SWOT (Strengths / forces, Weaknesses / faiblesses, Opportunities / opportunités, Threats / risques). Les forces souvent relevées sont la disponibilité rapide des données, leur exhaustivité et l'exploitation automatique relativement peu coûteuse de la collecte. Les faiblesses sont la fréquente lourdeur du post-traitement et de l'exploitation des données. Les opportunités apparaissent dans la diffusion toujours plus large de certaines technologies (p. ex. Bluetooth). Les méthodes d'enquête peuvent engendrer des conflits avec la protection des données. Un cas de figure en dehors de la présente recherche a montré que des données récoltées par une enquête de mobilité à l'aide de GPS pouvaient être comparées avec le microrecensement suisse mobilité et transports.

Dans une quatrième phase d'étude, les exigences posées aux nouvelles technologies et méthodes de récolte sont examinées du point de vue de la planification. Des entretiens et ateliers avec des experts ont montré que des exigences spécifiques doivent être respectées lors de leur application comme par exemple une qualité améliorée des données, une efficacité et une transparence plus grande, une garantie de la protection des données, une documentation suffisante et un archivage des résultats. Les exigences sont différentes au niveau de la qualité visée pour les données et de l'efficacité de leur récolte. Comparativement aux méthodes traditionnelles d'enquêtes de mobilité et de circulation, il faut tenir compte du point de vue de la planification qu'il s'agit de technologies complexes (plausibilisation de la qualité des données, transparence, identification d'erreurs de mesure ou de pannes d'appareil) et que les données potentiellement sensibles posent de hautes

exigences pour leur protection. Les grandes quantités de données résultantes exigent des transmissions et des sauvegardes performantes ainsi que des routines efficaces pour la mise au point des données et le calcul des caractéristiques. La disponibilité à long terme est un aspect important dans le choix des méthodes en raison de l'obsolescence rapide de certaines technologies.

La dernière partie confronte le potentiel d'application avec les exigences de la planification. Il en ressort qu'aucune des méthodes n'est en tout point meilleure que les méthodes traditionnelles. Par exemple, les enquêtes à l'aide de GPS remplissent en général relativement bien les exigences souhaitées, aussi bien du point de vue exhaustivité et précision des données que de la bonne volonté des personnes à participer. En revanche, la lourdeur du traitement et du dépouillement des données est relativement importante. L'utilisation du Big Data pose encore des problèmes considérables en raison des déficits existants au niveau du dépouillement ainsi que de l'acceptation générale. Lors de la décision de recourir ou non à de nouvelles technologies ou méthodes pour récolter des données de transport, il faut chaque fois considérer les coûts totaux (investissement, récolte, dépouillement etc.). Des affirmations de portée générale ne sont pas possibles en termes de coûts sur les avantages et inconvénients des nouvelles technologies.

La recherche permet de conclure que les nouvelles technologies et méthodes d'enquête présentées offrent de multiples possibilités de récolter des données nouvelles, plus nombreuses et plus exactes pour la planification des transports. L'analyse des nouvelles technologies et méthodes pour la récolte de données de mobilité et de circulation a cependant montré que la plupart de ces méthodes n'ont été ni conçues ni appliquées pour leur utilisation dans le transport des personnes et encore moins dans celui des marchandises. Sans pour autant que les méthodes fondamentales de la planification des transports en soient modifiées, on peut s'attendre à des résultats plus rapidement disponibles et plus approfondis. Les exigences posées aux enquêtes de mobilité demeurent inchangées: les données récoltées doivent être actuelles, complètes, exactes et accessibles. Les méthodes permettant de récolter des données personnalisées (p. ex. spécimen de déplacements) débouchent sur des exigences élevées de protection des données. Les possibilités toujours plus nombreuses de récolter des données de mobilité et de circulation en temps réel ouvrent de nouvelles opportunités à des procédures conduites par ces données, par exemple dans la régulation du trafic. Les obstacles au recours plus fréquent aux nouvelles technologies dans les méthodes d'enquêtes de mobilité et de circulation sont la représentativité encore insuffisante des données récoltées, le manque de transparence et plus particulièrement la protection des données.

SUMMARY

Transport planning needs reliable data on mobility and travel demand for passenger and freight traffic. Data collection is often demanding and complex. This study investigates the potential of new technologies and survey methods to obtain more comprehensive and accurate data.

Mobility data describes the individual mobility behavior (e.g. choice of destination, departure time, mode and route). Traffic data includes information on the traffic situation (e.g. traffic volume, traffic density, traffic mix at a cross section). In freight transportation mobility data describe the individual transport behavior (e.g. runtime, route and type of cargo) as well as the aggregated transport behavior (e.g. traffic volume, traffic capacity, demand flows). The traffic data describe similar information as in passenger transportation.

In a first step the study evaluates the needs for mobility and traffic data. The results of interviews with transport planning experts show that the requirements for information vary depending on the field of activity (e.g. research, planning, monitoring) of the interviewed person. The interviewees provide information on several new technologies and survey methods they use. They expect to use these new technologies more regularly once the quality and the efficiency of the data collection has increased or additional types of information can be obtained.

In the second part of the study the technologies which are used with new survey methods are introduced. The following technologies are described: GPS, Network Based Mobile Phone Tracking, Big Data, Radio Frequency Identification, Smart Card, Near Field Contact, Barcode, Wi-Fi, Bluetooth, digital Photo/Video, Passive Infrared, Laser, Ultra-sound, Radio wave, Magnetometer, Optical Fiber, People Counting Mats. The study describes different survey methods which use these technologies, e.g. GPS-supported mobility surveys, Floating Car Data, Floating Phone Data, identification with ID-Code, Aerial Photography, Automatic Identification of Optical Features, Signature and Platoon Matching. The new survey methods are best suited for counting of traffic objects and measuring their characteristics (e.g. place, time, speed).

In the third step of the study the new technologies and survey methods are assessed using SWOT-analyses. The following strengths are identified repeatedly: fast availability of data, completeness of data as well as automatic and relatively inexpensive data collection. The increasing large scale use of certain technologies (e.g. Bluetooth) is seen as an opportunity. There exists, depending on the technology or survey method, a conflict potential with data protection laws. A case study conducted outside of this study shows that the data gained with a GPS-supported mobility survey is comparable to the results of the Swiss Microcensus on Mobility and Traffic.

The fourth part of the study focuses on the requirements to new technologies and survey methods from a transportation planner's point of view. Interviews and a workshop with experts show several aspects to be important, e.g. improved data quality, increased efficiency and transparency, compliance with data protection laws, comprehensive documentation and archiving of the survey results. There exist diverging requirements regarding the level of data quality and survey efficiency. Compared to contemporary mobility- and transportation survey methods the new survey methods are complex (validation of data quality, transparency, detection of measurement errors and technical failure respectively). Several technologies collect sensitive personal data which requires a very careful handling of the data protection law. Since large amounts of data are produced, efficient storage, transmission as well as mechanisms for data cleansing and processing are required. Due to the ephemerality of technologies their long-term availability is an important aspect for choosing a new method.

In the final part of the study the application potential is compared with the planner's requirements. The result shows that none of the new methods is better in all respects than contemporary methods. GPS-supported mobility surveys generally meet the requirements, especially concerning completeness and precision of the data as well as the willingness of people to participate in the survey. However, the effort for data cleansing and processing is relatively high. The use of Big Data generates momentarily considerable problems as there are deficits with data processing and the acceptance of the method. When considering the use of new technologies and survey methods

respectively, all costs (e.g. investment, survey and data processing costs) have to be taken into account. A universal statement concerning the costs of using the new technologies for transport surveys is not possible.

In summary, the use of new technologies and survey methods bear many opportunities for collecting new, more comprehensive and more precise data. The new technologies and survey methods are predominantly designed for and used in passenger traffic. Even if the general methodology of transportation planning has not to be changed when using new technologies and methods, results can be available faster and on a sounder basis. The requirements for mobility surveys do not change; the data has to be up date, complete, precise and accessible. Survey methods that collect personal data (e.g. movement profile) require special attendance of data protection laws. The increasing possibilities to collect real-time mobility and traffic data open new opportunities for "data-driven" processes, e.g. in traffic control. Obstacles against an increasing use of new technologies in mobility and traffic survey methods are the partial lack of information on the representativeness of the collected data, the missing transparency and especially the potential problems due to data protection laws.