

## Anforderungen an zukünftige Mobilitätserhebungen

**Die Verkehrsplanung benötigt verlässliche Grundlagendaten zum Mobilitätsverhalten und zur Verkehrsnachfrage im Personen- und Güterverkehr. Oft sind Erhebungen dieser Daten anspruchsvoll und aufwändig. Neue Technologien und Erhebungsmethoden können dazu beitragen, Mobilitäts- und Verkehrsdaten einfacher und umfassender zu gewinnen. Bei deren Anwendung müssen jedoch ihre Stärken, Schwächen, Chancen und Gefahren gegenüber herkömmlichen Technologien und Erhebungsmethoden analysiert und die besonderen Anforderungen für deren Einsatz berücksichtigt werden.**

### Für die eilige Leserin, den eiligen Leser

In der Forschungsarbeit werden die Technologien, die bei neuen Erhebungsmethoden zum Einsatz gelangen, beschrieben und beurteilt. Die Forschungsarbeit zeigt, dass sich mit den vorgestellten neuen Technologien und Erhebungsmethoden der Verkehrsplanung viele Möglichkeiten zur Erfassung von neuen, umfangreicheren und genaueren Daten eröffnen.

Als „neu“ werden in diesem Zusammenhang Technologien bezeichnet, die erst seit kurzer Zeit für die Erhebung von Mobilitäts- und Verkehrsdaten im Einsatz stehen und noch nicht allgemein bekannt sind. Beispiele für solche Technologien sind GPS, Mobilfunkortung, RFID oder Smart Cards. Die meisten neuen Erhebungsmethoden sind für den Einsatz im Personenverkehr konzipiert und weniger für den Güterverkehr.

Dieses SVI-Merkblatt und der dazugehörige Forschungsbericht geben eine Hilfestellung insbesondere bei der Beantwortung der folgenden Fragen zu Mobilitäts- und Verkehrserhebungen:

- Welche neuen Technologien und Methoden gibt es und welche Kennwerte können damit erhoben werden?
- Welche Anwendungspotenziale haben neue Technologien?

- Welche spezifischen Anforderungen werden an den Einsatz neuer Technologien gestellt?
- Wie sind neue Erhebungsmethoden gegenüber herkömmlichen zu beurteilen?

Die Forschungsarbeit fokussiert stärker auf Technologien und weniger auf Methoden und Verfahren.



Abb 1:  
Automatische Zählstelle für den Fussverkehr (Infrarotsensor). Das Gerät zeichnet sich durch eine hohe Messgenauigkeit aus und ist mobil einsetzbar. Hier misst es die Personenfrequenzen auf dem neu gebauten Cassiopeiasteg in Zürich.  
Quelle: Stadt Zürich, Tiefbauamt

### Impressum

Herausgeber:  
SVI Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten  
www.svi.ch

Verfasser des Merkblattes:  
Martin Ruesch, Rapp Trans AG  
Paul Widmer, büro widmer ag  
Kay Axhausen, IVT ETH

### Genehmigung

Dieses Merkblatt wurde am 19.01.2018 durch den Vorstand der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten genehmigt und zur Veröffentlichung frei gegeben.

Das Merkblatt darf unter Angabe der Quelle vollständig oder auszugsweise kopiert und in Unterlagen sowie Berichte eingefügt werden.

## 1 Welche neuen Technologien und Methoden gibt es und welche Kennwerte können damit erhoben werden?

Bei den Erhebungsmethoden wird zwischen Beobachtungen und Befragungen unterschieden. Erhebungsmethoden ohne Interaktion mit dem Erhebungsobjekt gehören zur Kategorie der Beobachtungen, solche mit Interaktion zur Kategorie der Befragungen.

Neue Technologien und Methoden gelangen vor allem bei Beobachtungen zum Einsatz. Bei diesen wird nach Messungen (z.B. Zeit, Geschwindigkeit, Gewicht usw.)

und Zählungen (z.B. Anzahl Fahrzeuge, Personen) unterschieden.

Bei Befragungen können mit neuen Technologien durchgeführte Beobachtungen ergänzend beigezogen werden, um die Qualität der Befragungsergebnisse zu verbessern oder um die Belastung der Befragten zu reduzieren.

In der nachfolgenden Synopsis werden die einzelnen Technologien und die Methoden, bei denen sie zum Einsatz gelangen, aufgezeigt. Beispielhaft wird auf Mobilitäts- und Verkehrsdaten hingewiesen, welche sich mit diesen erheben lassen.

Technologie und verwendete Geräte	Methoden	Beispiele für erhobene resp. abgeleitete Mobilitäts- und Verkehrsdaten
GPS (Global Positioning System) <ul style="list-style-type: none"> <li>GPS-Logger (Ein GPS-Logger registriert und speichert in einstellbaren Zeitintervallen seine aktuelle Position)</li> <li>Smartphone</li> <li>Navigationsgeräte</li> </ul>	Floating Car Data (Methode zur Erhebung von Fahrzeugtrajektorien, in der Regel mittels in Fahrzeugen mitgeführten GPS-Geräten, deren Daten gespeichert (GPS-Logger) oder an eine Zentrale übermittelt werden)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Start-, Zwischen- und Endpunkte von Etappen (Koordinaten)</li> <li>Start-, Zwischen- und Ankunftszeit von Etappen</li> <li>Trajektorien der Fahrzeuge resp. Personen</li> <li>Geschwindigkeiten</li> <li>Reisezeiten</li> <li>Routenwahl (MIV/Güterverkehr)</li> <li>Verkehrsmittelwahl</li> <li>Rückstaulängen</li> <li>Wartezeiten</li> <li>Streckenbezogene Geschwindigkeiten des Verkehrs</li> </ul>
Mobilfunkortung <ul style="list-style-type: none"> <li>Mobilfunktelefone</li> </ul>	Floating Phone Data (Bei dieser Methode werden die Positionen von Mobilfunktelefonen ermittelt und an eine Zentrale gesendet. Die Position des Mobilfunktelefons kann entweder vom Mobilfunknetz oder vom Mobilfunktelefon selbst bestimmt werden. Aus den Daten wird eine Trajektorie pro Telefon erstellt.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Start-, Zwischen- und Endpunkte von Bewegungen (Koordinaten)</li> <li>Start-, Zwischen- und Ankunftszeit von Bewegungen</li> <li>Trajektorien der Fahrzeuge resp. Personen</li> <li>Geschwindigkeiten</li> <li>Reisezeiten</li> <li>Routenwahl</li> </ul>
Big Data (Mit „Big Data“ werden Datenmengen bezeichnet, die bei Anwendungen anfallen, die primär nicht die Erhebung von Mobilitäts- und Verkehrsdaten zum Ziel haben. Es sind in der Regel grosse Datenmengen mit einer oft komplexen Struktur, aus denen sich mit geeigneten statistischen Methoden (z.B. Methoden des Data Mining) Informationen zum Mobilitäts- und Verkehrsverhalten gewinnen lassen)	Daten-Analyse Methoden	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mobilitätsmuster</li> </ul>
Radio Frequency Identification (Funkbasierte Technologie, um Objekte automatisch und ohne Berührung zu identifizieren resp. zu lokalisieren. Kommt ein Objekt mit einem RFID-Transponder in die Reichweite eines Lesegeräts, übermittelt resp. empfängt dieser seine Information über Funk).	Erfassung und Vergleich von ID-Codes (Künstlich zugewiesenes Merkmal zur eindeutigen Identifizierung eines Objektes).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Versender und Empfänger bei Etappen</li> <li>Start- und Ankunftszeit von Etappen</li> <li>Geschwindigkeiten</li> <li>Reisezeiten</li> <li>Ladungsverfolgung</li> </ul>

Technologie und verwendete Geräte	Methoden	Beispiele für erhobene resp. abgeleitete Mobilitäts- und Verkehrsdaten
<p>Near Field Communication (künstlich zugewiesenes Merkmal zur eindeutigen Identifizierung eines Objektes.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Smartphone</li> </ul>	Erfassung und Vergleich von ID-Codes	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Start- und Endpunkte von ÖV-Etappen (Koordinaten)</li> <li>▪ Start- und Ankunftszeit von ÖV-Etappen</li> <li>▪ Geschwindigkeiten</li> <li>▪ Reisezeiten</li> <li>▪ Routenwahl</li> </ul>
<p>Smart Cards (Eine Smart Card ist mit einem Chip versehen, auf dem Informationen gespeichert werden. Eine kontaktlose Smart Card übermittelt als Information insbesondere eine eindeutige ID an ein Lesegerät über Funk)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ÖV-Karten</li> </ul>	Erfassung und Vergleich von ID-Codes	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Start- und Endpunkte von ÖV-Etappen (Koordinaten)</li> <li>▪ Start- und Ankunftszeit von ÖV-Etappen</li> <li>▪ Geschwindigkeiten</li> <li>▪ Fahrzeiten</li> <li>▪ Routenwahl auf Ebene Etappe</li> </ul>
<p>Barcode (Der Barcode ist eine optoelektrisch lesbare Schrift, die aus verschieden breiten parallelen Strichen und Lücken besteht. Die Striche werden mit einem optischen Scanner maschinell gelesen).</p>	Erfassung und Vergleich von ID-Codes	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Versender und Empfänger</li> <li>▪ Start- und Ankunftszeit</li> <li>▪ Anwesenheit</li> <li>▪ Reisezeiten</li> <li>▪ Ladungsverfolgung</li> <li>▪ Parkierdauer</li> </ul>
<p>Wi-Fi (Brand-Name für den funkbasierten WLAN IEEE 802.11-Kommunikationsstandard)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Smartphone</li> <li>▪ Tablet</li> <li>▪ Laptop</li> </ul>	Erfassung und Vergleich von ID-Codes	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identifikation an einem Standort</li> <li>▪ Geschwindigkeiten</li> <li>▪ Reisezeiten</li> <li>▪ Routenwahl</li> <li>▪ Binnen-/Ziel-/Quell-/Durchgangsverkehr</li> </ul>
<p>Bluetooth (Funkbasiertes Kommunikationssystem, das in Smartphones, Computern, Autoradios, etc. verwendet wird. Bluetooth-Sender und -Empfänger sind mit einer eindeutigen Seriennummer identifizierbar.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Smartphone</li> <li>▪ Freisprechanlage</li> <li>▪ Navigationsgerät</li> </ul>	Erfassung und Vergleich von ID-Codes	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identifikation an einem Standort</li> <li>▪ Geschwindigkeiten</li> <li>▪ Reisezeiten</li> <li>▪ Routenwahl</li> <li>▪ Verkehrsarten (Binnen-/ Ziel-/ Quell-/ Durchgangsverkehr)</li> </ul>
<p>Digitales Foto/Video</p> <p>(Optoelektrisches Messsystem. Die Bilddaten können entweder „manuell“ oder mit einer Spezialsoftware ausgewertet werden).</p>	Erfassung und Vergleich von ID-Codes (Automatische Kontrollschilderfassung)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identifikation an einem Standort</li> <li>▪ Verkehrsbelastung</li> <li>▪ Knotenströme</li> <li>▪ Geschwindigkeiten</li> <li>▪ Routenwahl</li> <li>▪ Reisezeiten</li> </ul>
	Luftaufnahmen mit Satellit, Flugzeug, Drohne	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anwesenheit</li> <li>▪ Parkraumbelastung</li> </ul>

Technologie und verwendete Geräte	Methoden	Beispiele für erhobene resp. abgeleitete Mobilitäts- und Verkehrsdaten
<p>Digitales Foto/Video</p> <p>(Optoelektrisches Messsystem. Die Bilddaten können entweder „manuell“ oder mit einer Spezialsoftware ausgewertet werden).</p>	<p>Signature Matching (automatische Identifikation von Objekten anhand optischer Merkmale).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identifikation an einem Standort</li> <li>▪ Verkehrsbelastung</li> <li>▪ Geschwindigkeiten</li> <li>▪ Reisezeiten</li> <li>▪ Verkehrsmittel</li> <li>▪ Routenwahl</li> <li>▪ Rückstaulänge</li> </ul>
	<p>Platoon Matching (Vergleich der Eigenschaften von Fahrzeugpuls an aufeinander folgenden Messquerschnitten).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geschwindigkeiten</li> <li>▪ Reisezeiten</li> </ul>
<p>Passives Infrarot (Ein passiver Infrarot-Detektor ist ein optoelektrisches Messsystem. Die von Objekten emittierte Wärmestrahlung wird registriert.)</p> <p>Laser (Technologie zur automatischen Fahrzeugzählung und Geschwindigkeitsmessung mittels eines über den Detektionsbereich pendelnden Laserstrahls.)</p> <p>Ultraschall (Der Ultraschall ist eine akustische Druckwelle. Das Messprinzip basiert auf der Reflexion von Schallwellen, die von einem Sender ausgesandt werden.)</p> <p>Magnetometer (Einrichtung zur Messung magnetischer Flussdichten. Der Sensor registriert eine Veränderung des Erdmagnetfelds bei der Überfahrt von Fahrzeugen.)</p>	<p>Lokale Erhebung von Fahrzeugen und Personen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verkehrsbelastungen</li> <li>▪ Anwesenheit</li> <li>▪ Geschwindigkeiten</li> <li>▪ Zeitlücken (ohne Ultraschall)</li> <li>▪ Fahrzeugart</li> <li>▪ Belegungsdauer eines Parkfelds (ohne Ultraschall)</li> </ul>
	<p>Signature und Platoon Matching (teilweise)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geschwindigkeiten</li> <li>▪ Reisezeiten</li> </ul>
<p>Radiowellen (Ein Sender strahlt Radiowellen aus, die von einem Detektor auf der gegenüber liegenden Seite des Messquerschnitts registriert werden. Verkehrsteilnehmer werden gezählt, wenn die Radiowellen unterbrochen werden.)</p>	<p>Lokale Erhebung von Fahrzeugen und Personen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verkehrsbelastung</li> <li>▪ Anwesenheit</li> <li>▪ Geschwindigkeiten</li> <li>▪ Zeitlücken</li> <li>▪ Belegungsdauer</li> </ul>
<p>Glasfaserkabel (Lichtwellen-Detektor, der auf Druck reagiert. Ein Glasfaserkabel wird über dem zu messenden Querschnitt gelegt. Beim Darüberfahren wird die Lichtfrequenz verändert.)</p>	<p>Lokale Erhebung von Fahrzeugen (insbesondere Velos)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verkehrsbelastung</li> <li>▪ Geschwindigkeiten</li> <li>▪ Zeitlücken</li> </ul>
<p>Personenzählmatte (Druckdetektor, der Fußgänger beim Überqueren registriert.)</p>	<p>Lokale Erhebung von Personen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anwesenheit</li> <li>▪ Fußgängerfrequenzen</li> </ul>

## 2 Welche Anwendungspotenziale haben neue Technologien?

Für den Einsatz in der **Verkehrssteuerung** stehen vor allem Floating Car Data, Floating Phone Data sowie digitale Fotos oder Videos im Fokus. Sie ermöglichen für adaptive Steuerungsverfahren historische Ganglinien nachzuzeichnen.

Für die **Verkehrsstatistik** stehen zahlreiche neue Erhebungsmethoden zur Verfügung. Sie vereinfachen nicht nur Querschnittszählungen, sondern lassen auch die Auswertung von Routen und Reisezeiten zu.

Diesbezüglich verfügen insbesondere die automatische Kontrollschilderfassung, Digitales Foto/Video und Bluetooth über ein hohes Anwendungspotenzial. Für den Fuss- und Veloverkehr sind Erhebungen mittels Glasfaserkabel und Personenzählmatten möglich.



Abb. 2: Knotenstromerhebung mit einem digitalen Video an einem Kreislauf in Fällanden ZH. Die filmbasierte Erhebung bietet sich bei hohen Verkehrsbelastungen an, weil bei der Auswertung gestoppt und zurückgespult werden kann. Zusätzlich ermöglichen Filmaufnahmen, Konfliktsituationen zu identifizieren. Bild: ewp

Für die **Verkehrsforschung** liefern vor allem Big Data Anwendungen sowie GPS-unterstützte Erhebungen qualitativ wie quantitativ eine Vielzahl zusätzlicher Informationen. Beide besitzen für diese Zwecke das wohl grösste Anwendungspotenzial.

SmartCards und RFID-Identifizierung erlauben ebenfalls umfangreiche Analysen für die Verkehrsforschung, da sie auch die Routenwahl zu berücksichtigen vermögen. Beide Technologien sind allerdings auf einem geographisch begrenzten Raum und meistens noch auf ein spezifisches Verkehrsmittel (z.B. öffentlicher Verkehr) limitiert.



Abb. 3: Beispiel für eine Smartcard ist der 2015 eingeführte Swiss-Pass beim ÖV. Es werden hohe Anforderungen an den Datenschutz gestellt - es sind keine Personendaten auf dem Chip gespeichert und es kann kein Bewegungsprofil erstellt werden. Bild: SBB

Jede der neuen Methoden und Technologien verfügt über spezifische Stärken, Schwächen, Chancen und Gefahren. Es zeigt sich aber, dass einige Anwendungen innovativer Technologien über einen Vorsprung gegenüber bisherigen verfügen.

Als **Stärken** zeigen sich wiederholt die schnelle Datenverfügbarkeit und die Vollständigkeit der erhobenen Daten. Zusätzlich sind die Methoden oft im Betrieb kostengünstiger. Dies gilt vor allem hinsichtlich ihrer universellen Einsetzbarkeit in den Bereichen der Verkehrssteuerung, Verkehrsstatistik und Verkehrsforschung. Insbesondere sind hier Bluetooth oder GPS-basierte Erhebungen sowie generell Big Data zu nennen.



Abb. 4: Eine Stärke neuer Erhebungsmethoden ist die schnelle Datenverfügbarkeit und die Vollständigkeit der erhobenen Daten. Die Stadt Zürich hat eine Internetapplikation zur Analyse und Visualisierung der Velozählungen aus den automatischen Dauerzählstellen etabliert. Bild: Stadt Zürich, Tiefbauamt



Abb. 5: Erhebung mit Videoerfassungsgerät in Luzern. Die Stärken von Methoden, die mit digitalen Videos arbeiten, liegen in der universellen Erfassungsmöglichkeit aller Verkehrsmittel. Bild: ewp

Die Analyse zeigt, dass die untersuchten Methoden auch **Schwächen** haben. Zu erwähnen ist vor allem der oft hohe Aufwand für Auswertungen und Nachbearbeitungen der Daten. Zudem leidet bei einigen Methoden die Qualität der erhobenen Daten, z.B. infolge Abschattungen und Verdeckungen oder wegen ausgeschalteter Geräte.

Allgemein als **Chance** für eine zukünftig verbreitete Anwendung ist die zu erwartende zunehmende Durchdringungsrate der für die Erhebungen erforderlichen Instrumente zu nennen. Dies betrifft insbesondere geeignete Endgeräte (z.B. Smartphones), aber auch die geplante Umsetzung verschiedener Anwendungen (Floating Car Data). Zahlreiche der untersuchten Methoden benötigen enormen Speicherplatz, der in Zukunft voraussichtlich noch kostengünstiger bereitgestellt werden kann.

Als **Gefahr** erweist sich u.a. die Beschränkung des Einsatzes aus Datenschutz-Gründen. Der Datenschutz begrenzt den Einsatz, da viele der untersuchten Anwendungen Rückschlüsse auf räumliche Bewegungen von Individuen erlauben. Dies betrifft insbesondere Big Data Anwendungen, aber auch GPS-unterstützte Erhebungen, Kontrollschilderfassung und generell Videoaufnahmen.

### 3 Welche spezifischen Anforderungen werden an den Einsatz neuer Technologien gestellt?

Die Anforderungen an neue Technologien resp. Erhebungsmethoden wurden 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.

Bezüglich der Anforderungen an Transparenz, Datenschutz und Dokumentation/Archivierung bestehen zwischen den Erhebungsmethoden keine grossen Unterschiede. Unterschiedliche Anforderungen gibt es jedoch hinsichtlich der angestrebten Datenqualität und der Erhebungseffizienz, da die verschiedenen Technologien unterschiedliche Anwendungspotentiale aufweisen.

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



Abb. 6: Wartung der automatischen Velozählstelle an der Sihl-promenade in Zürich. Die Zähl-daten werden mittels GSM-Modem täglich an einen Server übermittelt. Quelle: Stadt Zürich, Tiefbauamt

#### 4 Wie sind neue Erhebungsmethoden im Vergleich zu herkömmlichen zu beurteilen?

Für spezifische Erhebungsmethoden, die ausgewählte Technologien gemäss Tabelle Seite in Kapitel 1 nutzen, wurde eine Beurteilung vorgenommen. Die nachfolgende Tabelle zeigt eine grobe Beurteilung neuer Erhebungsmethoden im Vergleich mit herkömmlichen Methoden:

Teilziele <sup>1</sup>	Erhebungsmethoden							
	GPS-unterstützte Mobilitätshebung	Floating Car Data	Floating Phone Data	Big Data	Erfassung und Vergleich von ID-Codes	Automatische Identifikation von optischen Merkmalen	Luftaufnahmen	Automatische Identifikation mit Sensoren
Vollständigkeit der Daten <sup>2</sup>	++	++	++	Nicht bewertbar	+	+	0	0
Relevanz	+	+	+	Nicht bewertbar	+	+	0	+
Aktualität der Daten	+	+	+	Nicht bewertbar	+	+	Nicht bewertbar	+
Genauigkeit <sup>3</sup> der Daten	++	0	0	Nicht bewertbar	Nicht bewertbar	+	+	+
Aufwand für Konzeption und Vorbereitung	-	-	-	--	0	0	0	0
Erhebungsaufwand	0	0	0	++	0	0	0	0
Aufbereitungs- und Auswertungsaufwand	-	-	-	--	0	0	0	0
Akzeptanz - Generell <sup>4</sup>	-	0	-	--	0	--	--	0
Akzeptanz -Glaubwürdigkeit der Methode	+	+	+	0	++	-	+	-
Akzeptanz -Bereitschaft für die Mitwirkung	++	++	++	++	++	Nicht bewertbar	Nicht bewertbar	Nicht bewertbar
Aufwand zur Einhaltung des Datenschutzes	-	0	-	--	0	--	-	--

<sup>1</sup> Die Teilziele und verwendeten Indikatoren für die Beurteilung sind im Forschungsbericht ausführlicher beschrieben.

<sup>2</sup> Umfang an verschiedenen Kennzahlen, welche vollständig erhoben werden können

<sup>3</sup> Richtigkeit (geringe systematische Fehler) und Präzision (geringe zufällige Fehler)

<sup>4</sup> Generelle Erfahrung mit der Akzeptanz der Technologie/Methode in der Öffentlichkeit

--	signifikant schlechter als herkömmliche Methoden
-	schlechter als herkömmliche Methoden
0	ähnliche wie herkömmliche Methoden
+	besser als herkömmliche Methoden
++	signifikant besser als herkömmliche Methoden

Zusammenfassend lassen sich hinsichtlich der Beurteilung der Methoden bezogen auf die Teilziele folgende Aussagen machen:

- Generell gilt, dass hinsichtlich der **Vollständigkeit der Daten** die Vorteile eindeutig bei GPS-unterstützten Mobilitäts-erhebungen, Floating Car Data und Floating Phone Data liegen. Mit Abstrichen gilt dies auch für die Erfassung und den Vergleich von ID-Codes sowie auch für die automatische Identifikation von optischen Merkmalen. Dagegen ist hinsichtlich der Teilziele Relevanz sowie Aktualität der Daten keine eindeutige Präferenz einer Methodik festzustellen. Zur Erreichung dieses Teilziels sind mehrere Methoden gleichermaßen geeignet.
- Hinsichtlich der **Genauigkeit der Daten** lässt sich jedoch ein Vorteil von GPS-unterstützten Methoden feststellen; ebenfalls als relativ genau einzuschätzen sind die automatische Identifikation optischer Merkmale, Luftaufnahmen sowie eine Identifikation mittels Sensoren.
- Ein Schwachpunkt der analysierten Methoden ist sicherlich der zu betreibende **Aufwand für Konzeption und Vorbereitung der Erhebung**. Dies liegt unter anderem daran, dass für einige Methoden noch keine standardisierten Abläufe vorhanden sind. Dies trifft besonders für die Methode Big Data zu. Bei der Erhebung selbst ist der Aufwand für Big Data am kleinsten, da es sich um eine Sekundäranalyse bestehender Daten handelt.
- Ein grosser Nachteil sämtlicher analysierten Methoden ist der zu betreibende **Aufwand für Aufbereitung und Auswertung**, der bei beinahe allen Methoden generell als sehr hoch einzustufen ist. Auch hier ist ausschlaggebend, dass die erhobenen Daten wegen fehlender allgemeingültiger Routinen (z.B. die Verkehrsmittelerkennung bei GPS-basierten Erhebungen) aufwändig für die Auswertung vorzubereiten sind.
- Ein weiterer Nachteil der analysierten Methoden ist die als gering einzuschätzende generelle **Akzeptanz** der Methoden zu erwähnen. Lediglich Floating Car Data sowie die Erfassung und der Vergleich von ID-Codes scheinen allgemein akzeptiert. GPS, Floating Phone Data und Luftaufnahmen sind hier weitaus kritischer. Dennoch, und obwohl nicht für alle Methoden bewertbar, lässt sich festhalten, dass die Bereitschaft für die Mitwirkung von Probanden an Erhebungen generell als hoch einzustufen ist, obwohl die Frage des Datenschutzes weiterhin eine grosse Herausforderung der neuen Erhebungsmethoden ist.

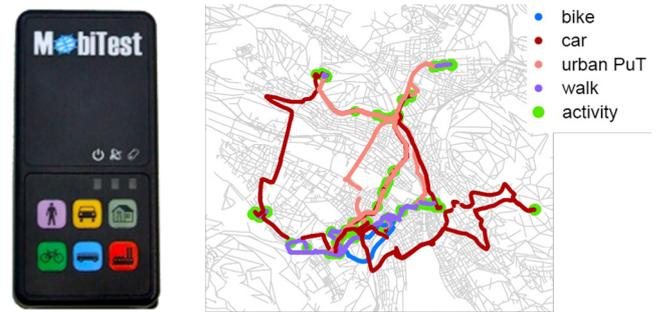


Abb. 7: GPS-gestützte Verkehrsmittel-Erkennung. Untersuchung im Raum Zürich (Quelle: Montini, L. (2016), Extraction of Transportation Information from Combined Position and Accelerometer Tracks, PhD Defense, ETH Zurich, May 2016)

Betrachtet man die Erfüllung der einzelnen Teilziele für bestimmte Erhebungsmethoden zeigt sich, dass keine der Methoden bei jedem Teilziel besser ist als herkömmliche Methoden. Es sind aber bestimmte Tendenzen ablesbar. GPS-unterstützte Erhebungen erfüllen generell die gewünschten Teilziele relativ gut, sowohl bei der Vollständigkeit und Genauigkeit der Daten als auch bei der Bereitschaft der Mitwirkung der Probanden. Hingegen ist die generelle Akzeptanz niedrig und der zu betreibende Aufwand für die Aufbereitung und Auswertung relativ hoch. Ebenfalls relativ gut geeignet scheinen die Methoden zur Erfassung und den Vergleich von ID-Codes. Hingegen bereitet vor allem Big Data noch erhebliche Probleme. Einige Teilziele sind zwar nicht direkt bewertbar, jedoch bestehen besonders beim Aufwand für die Vorbereitung sowie bei der Auswertung erhebliche Defizite. Gleiches gilt für die generelle Akzeptanz der Methode.

Auch ohne dass sich dadurch das grundsätzliche Vorgehen bei Verkehrserhebungen ändert, können von den neuen Möglichkeiten rascher verfügbare und besser fundierte Ergebnisse erwartet werden. Die Anforderungen an die Mobilitäts-erhebungen 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 Daten getriebene 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.

## Grundlagen

Anforderungen an zukünftige Mobilitäts-erhebungen  
(SVI 2011/015, Januar 2016, Nr. 1549)  
[www.mobilityplatform.ch](http://www.mobilityplatform.ch)

büro widmer ag: Paul Widmer, Philippe Aemisegger  
Rapp Trans AG: Martin Ruesch, Gianni Moreni  
IVT ETH: Matthias Wagner, Kay W. Axhausen