

Schwerpunktthema: Verkehrsdaten, Privatsphäre und Datenflut

Betreut durch: EPFL

Bericht: 14. Mai 2014 (2014-1)

Verkehrs- und Mobilitätsdaten sind für die Einführung von ITS-Dienstleistungen unverzichtbar. Neue Informations- und Kommunikationstechnologien bieten ein grosses Potenzial für die Erfassung und Übertragung mobilitätsbezogener Informationen. Die schnelle Entwicklung dieser Technologien ist vielversprechend, birgt aber auch Risiken hinsichtlich der Verwaltung grosser Datenmengen, des Eindringens in die Privatsphäre und einer missbräuchlichen Verwendung. Im vorliegenden dritten Bericht werden die Themen der Datenqualität und der ITS-Dienstleistungen weiterführend behandelt. Darüber hinaus wird die Thematik der Positionsbestimmung mittels GNSS vertieft. Der aktuelle Stand sowie die laufenden Standardisierungsmassnahmen werden dargestellt und der Begriff der Positionsintegrität im Strassenverkehr wird erörtert.

Vertreter:

Name: Pierre-Yves Gilliéron

Organisation: Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne

Adresse: EPFL - Laboratoire de Topométrie, Station 18, 1015 Lausanne, pierre-yves.gillieron@epfl.ch

Positionsintegrität bei intelligenten Verkehrssystemen (ITS)

1. Stand und Entwicklung

Die Satellitennavigationssysteme (GNSS) verfügen über ein grosses Potenzial für die Entwicklung mobilitätsbezogener Dienstleistungen. Man erhofft sich Vorteile bei der Reduzierung der Auswirkungen des Verkehrs auf die Umwelt sowie bei der Verbesserung der Infrastrukturkapazitäten und der Verkehrssicherheit. Der Verkehrssektor macht über 50 % des Marktes für GNSS aus. Dieser Anteil erhöht sich sogar auf 75 %, wenn man die auf der Mobiltelefonie basierenden mobilitätsbezogenen Dienstleistungen mit einbezieht (GSA, 2013).

Trotz dieses massiven Einsatzes von GNSS-Systemen im Strassenverkehr stellt die präzise und vor allem zuverlässige Positionsbestimmung bei zahlreichen ITS-Dienstleistungen weiterhin eine grosse Herausforderung dar. Die Positionsdaten sind die grundlegende Datenquelle zahlreicher Anwendungen. Positionsfehler können daher je nach zu erfüllenden Anforderungen gravierende Folgen haben (Beispiel: eCall). Im Hinblick auf die Erfordernisse der ITS-Dienstleistungen ist die Definition der Positionsintegrität also integraler Bestandteil eines jeden Datenqualitätsmanagement-Konzepts.

1.1 Entwicklung der Satellitennavigationssysteme

Das amerikanische GPS-System wurde Ende der 1970er-Jahre entwickelt und sollte vor allem der US Army dienen. Es war Mitte der 1990er-Jahre mit einer Konstellation von 24 Satelliten vollständig einsetzbar, hatte aber für die Zivilgesellschaft nur einen relativ eingeschränkten Nutzen. Erst im Jahr 2000 wurde das GPS-System infolge eines Erlasses des Präsidenten auch für die zivile Nutzung freigegeben, und zwar mit einer Genauigkeit, welche die Anwendung in verschiedenen Bereichen – unter anderem auch im Verkehr – ermöglichte. Durch diese Öffnung etablierte sich GPS bei der Positionsbestimmung als Standard. Weltweit reagierte man mit der Entwicklung eigener Satellitennavigationssysteme, so zum Beispiel in Europa mit Galileo, in Russland mit der Modernisierung des militärischen Systems GLONASS oder in China mit dem chinesischen System Compass/Beidou. An dieser Stelle sollte nicht unerwähnt bleiben, dass auch die USA über ein Modernisierungsprogramm mit neuen Signalen (L2C, L5) für die zivile Nutzung verfügen.

Aktuell befinden sich alle GNSS-Systeme inmitten eines Entwicklungs- oder Modernisierungsprozesses. So wird die Zivilgesellschaft über eine Vielzahl von GNSS-Frequenzen verfügen können. Diese Vielfalt sichert eine gewisse Redundanz und generiert damit eine grössere Verfügbarkeit der Satellitensignale.

Parallel zum Ausbau der Grundsysteme existieren regionale Projekte zur Erweiterung der GNSS (*Wide Area Augmentation System* – WAAS), die eine Funktionskontrolle ermöglichen und den Nutzern zusätzliche Informationen liefern. So kann die Positionspräzision erhöht werden. Vor allem aber können damit Meldungen zur Integrität (also zu der Frage, welches Konfidenzniveau der Nutzer von den gelieferten Positionsdaten erwarten kann) erstellt werden. Das europäische Erweiterungsprojekt heisst EGNOS. Es wird vor allem für den Bedarf der Zivilluffahrt entwickelt, aber die Nutzung im Bereich des Landverkehrs ist denkbar und sogar vielversprechend (CNES, 2011).

1.2 Stand der Normierung

Unter dem Einfluss der Entwicklung der GNSS – und insbesondere von Galileo in Europa – haben die Akteure der Industrie und der Institutionen ein neues Bewusstsein für die Notwendigkeit der Entwicklung von Standards und Zertifizierungsverfahren für Navigationsgeräte (GNSS) und die damit einhergehenden Dienstleistungen auf dem Gebiet des Landverkehrs entwickelt. Solche Normierungs- und Zertifizierungsarbeiten wurden bereits in der Zivilluffahrt vorgenommen, was es den Akteuren dieser Bereiche heute ermöglicht, Empfänger vom Typ EGNOS in Flugzeuge zu integrieren und sie in bestimmten Flugphasen zu nutzen.

Im Bereich des Landverkehrs wurden die ersten Normierungsprojekte für Empfangsgeräte von Navigations- und Positionssignalen Ende 2013 eingeleitet. Hierzu zählen in erster Linie die Arbeiten des technischen Ausschusses TC 5 des Europäischen Komitees für Normung (CEN) / des Europäischen Komitees für elektrotechnische Normung (CENELEC) und der Arbeitsgruppe WG1 (*Navigation and positioning receivers for road applications* – Empfangsgeräte von Navigations- und Positionssignalen für Anwendungen im Strassenverkehr).

Diese Arbeitsgruppe befasst sich derzeit mit den folgenden Themen:

- *Minimum Operational Performances definition methodology for GNSS-based positioning terminals used in road transport applications*
- *Performance assessment tests of GNSS-based positioning terminals*
- *Security aspects of performance assessment tests*

In dieser ersten Phase der Normierung sollen die spezifischen Parameter für die Beurteilung der Positionsqualität sowie die für die Analyse der Leistungsfähigkeit der GNSS-Navigationsgeräte anzuwendende Methodik definiert werden.

Im Bereich der Telekommunikation (TK) hat das ETSI (European Telecommunications Standards Institute - Europäisches Institut für Telekommunikationsnormen) dieses Jahr eine Expertengruppe gebildet, die sich mit der Integration der GNSS in TK-Endgeräte befasst: «Interoperability and Integration of Global Navigation Satellite Systems (GNSS) with Telecommunications Systems for the provision of location-based services».¹ In diesem Rahmen ist die Zielsetzung jedoch breiter gefächert und umfasst alle Verkehrsbereiche (Land-, See- und Flugverkehr).

1.3 COST-Aktion SaPPART

Bei COST (European Cooperation in Science and Technology) handelt es sich um eine Kooperationsstruktur im Bereich der wissenschaftlichen Zusammenarbeit, in welche 35 europäische Staaten eingebunden sind. Bei einer COST-Aktion wird ein Experten-Netzwerk geschaffen, das sich mit einer ganz bestimmten Thematik auseinandersetzt, um Forschungsergebnisse zu untermauern, Synergien mit diversen Gruppierungen (aus der Forschung, der Industrie, aus Institutionen) herzustellen und die Kommunikation zum Thema zu fördern (Weiterbildungstage, Workshops). In diesem Kontext wurde 2013 die COST-Aktion TU 1302 ins Leben gerufen, die sich mit dem Thema der Beurteilung der Leistungsfähigkeit der satellitengestützten Positionssysteme im Strassenverkehr befasst (SaPPART – Satellite Positioning Performance Assessment for Road Transport). Gegenwärtig arbeiten in diesem Projekt insgesamt über 40 GNSS- und ITS-Expertinnen und -Experten aus 16 Ländern im Themenbereich der Satellitenortung zusammen.²

¹ http://portal.etsi.org/stfs/STF_HomePages/STF474/STF474.asp

² http://www.cost.eu/domains_actions/tud/Actions/TU1302

Diese Aktion zielt auf die Schnittstelle zwischen den Forschungskonsortien, die sich mit GNSS und Verkehr befassen, und den Normierungsgruppen des CEN und des ETSI ab. Die Aktion hat hauptsächlich das Ziel, die Positionsanforderungen für die unterschiedlichen im Strassenverkehr und in der Mobilität verwendeten Anwendungen klar darzulegen und eine Methodik zu erarbeiten, mit welcher die Leistungsfähigkeit eines Navigationsgerätes innerhalb seines Anwendungsbereichs und Umfelds bewertet werden kann. Die Mitglieder der Aktion werden bei der Informationsverbreitung zu diesem Thema und bei der Unterstützung der unterschiedlichen Nutzergemeinschaften (ITS, GNSS) eine wichtige Funktion haben.

2. Die Problematik der Positionsqualität

Die Positionsproblematik im Verkehr ist vielschichtig. Hier ist der Anwendungskontext ausschlaggebend, innerhalb dessen die fachspezifischen Erfordernisse (z. B. Erhebung einer Verkehrsabgabe) mit einer Positionsmetrik (Aufenthalt in oder ausserhalb einer gebührenpflichtigen Zone) verknüpft werden müssen. Darüber hinaus hängt die Qualität von der Methode der Positionsbestimmung ab, die wiederum durch zahlreiche Faktoren beeinflusst werden kann. So liefert GNSS zum Beispiel keine zeitlich und räumlich konstant präzisen Positionsangaben (Abb. 1).

2.1 Positionsbestimmung im Verhältnis zu den Anforderungen der ITS

Es gibt zahlreiche, unterschiedliche Telematikdienste und verkehrsbezogene Anwendungen, deren Anforderungen in folgende grosse Anwendungskategorien eingeteilt werden können:

- Sicherheitsrelevanz: z. B. Fahrerassistenz- oder Fahrzeugkontrollsysteme.
- Rechtliche Relevanz: z. B. elektronische Zahlungssysteme zur Erhebung von Verkehrsabgaben.
- Wirtschaftliche Relevanz: z. B. Fahrzeugflotten-Managementsysteme.
- Ohne spezifische Relevanz: z. B. Verkehrsinformationsdienst.

Die Beschreibung dieser Typisierung von ITS-Dienstleistungen und ihren Merkmalen bei der Positionsbestimmung ist im VSS-Forschungsbericht SATELROU (Gilliéron PY, 2010) nachzulesen.

Bei den meisten dieser Anwendungen kann man bezüglich der Funktion der Positionsbestimmung spezifische Grössen definieren. Die Primärdaten bestehen aus der Position, die in der Regel mittels Koordinaten kommuniziert wird und mit einem geografischen Element (Streckenabschnitt, Zone) einer Navigationskarte verbunden ist. Von diesen spezifischen, mit einer Karte verbundenen Positionen können die charakteristischen Grössen der Anwendungen abgeleitet werden. Zu diesen Grössen zählen unter anderem:

- Die Schätzung der Fahrzeiten zwischen verschiedenen Punkten des Verkehrsnetzes.
- Der Zeitpunkt der Durchfahrt an einem bestimmten Punkt innerhalb des Verkehrsnetzes (z. B. Brücke).
- Die Zeitspanne des Aufenthalts in einer definierten Zone (z. B. städtisches Zentrum).
- Die von einem Fahrzeug zurückgelegte Distanz.
- Der Preis (Verkehrsabgabe) in Abhängigkeit von einer zurückgelegten Distanz.

Da wir wissen, dass die korrekte Einschätzung des Präzisionsgrades komplex ist, besteht die grösste Herausforderung darin, die Ungewissheit bezüglich der Positionsgenauigkeit von Fahrzeugen oder Mobiltelefonen bei diesen – für die ITS-Dienstleistungs- oder verkehrsrelevanten Anwendungen typischen – Grössen bekannt zu machen. Die Positionsgenauigkeit hängt von zahlreichen Faktoren ab, so zum Beispiel von den Merkmalen des Navigationsgeräts und den Messbedingungen.

2.2 Fehlermerkmale und der Begriff der Integrität

Um die GNSS-Positionsqualität darzustellen, erläutern wir hier die Ergebnisse eines Messversuchs, der entlang einer teilweise im innerstädtischen Umfeld und teilweise in der städtischen Peripherie verlaufenden Strecke durchgeführt wurde. Dabei wurden horizontale Abweichungen zwischen Referenzpositionen (± 0.1 m), die mit einem hochwertigen Navigationssystem bestimmt worden waren, und den GNSS-Standardmessungen verglichen.

Abbildung 1 zeigt die mittleren horizontalen Abweichungen in der Grössenordnung von 2–3 m in der städtischen Peripherie und die Abweichungen von über 10 m im innerstädtischen Bereich.

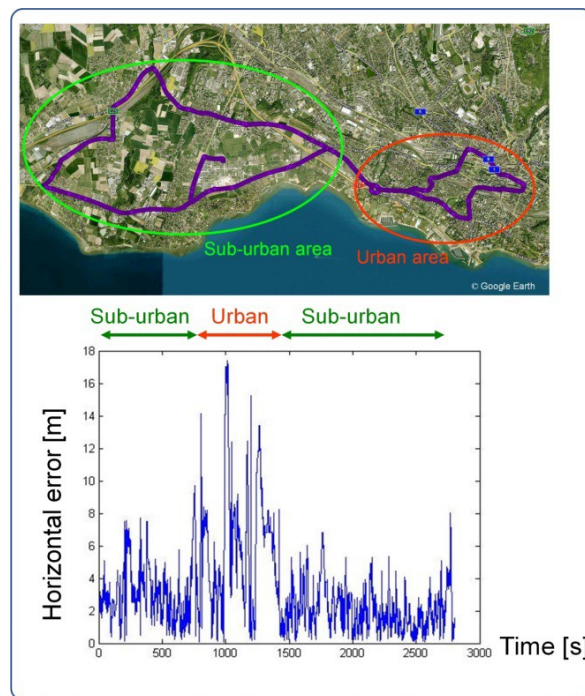


Abbildung 1: Analyse der GNSS-Positionsqualität im innerstädtischen Bereich (Quelle: EPFL)

Integritätskonzept

Um die Leistungsfähigkeit eines Navigationssystems beurteilen zu können, wird ein Konzept der Positionsintegrität erstellt, das zum Ziel hat, den Nutzer über den Betriebszustand des Systems zu informieren. Dabei handelt es sich um die Fähigkeit des Navigationssystems, eine Positionsbestimmung zu liefern, deren Fehlerschätzung den (i. d. R. durch Toleranzwerte definierten) Anforderungen der jeweiligen Anwendung entsprechen muss. Das Integritätskonzept basiert auf einem statistischen Ansatz, der zum Ziel hat, die Risiken für die Nutzer des Navigationssystems auf ein Minimum zu reduzieren.

Zu diesem Zwecke greift man auf Grundsätze zurück, die für die Zivilluftfahrt entwickelt wurden. Letztere hat ein Integritätskonzept definiert, welches wie folgt zusammengefasst werden kann (Tiemeyer, 2002):

- Die Integrität ist ein Vertrauensmass, das die Fähigkeit des Positionsbestimmungssystems ausdrückt, dem Anwender rechtzeitig mitzuteilen, dass es für eine bestimmte Operation nicht verwendet werden kann.
- Die Verfügbarkeit ist die Fähigkeit des Anwenders, über das System zu verfügen. Es handelt sich um die Wahrscheinlichkeit, mit der der Anwender fähig ist, seine Position

- jederzeit und überall mit der verlangten Genauigkeit und Integrität zu bestimmen.
- Die Kontinuität qualifiziert den Status der permanenten Verfügbarkeit des Systems während einer bestimmten Zeitspanne.

Abbildung 2 illustriert dieses Prinzip anhand eines Falles (links), wo das System verfügbar ist und ein Toleranzniveau einhält, und eines anderen Falles (rechts), wo der Fehler die Toleranzschwelle überschreitet, ohne dass das System dies festgestellt hat. Der Fall in der Mitte ist kritisch, jedoch nicht gefährlich, weil der Anwender über die Nichtverfügbarkeit des Systems informiert wird.

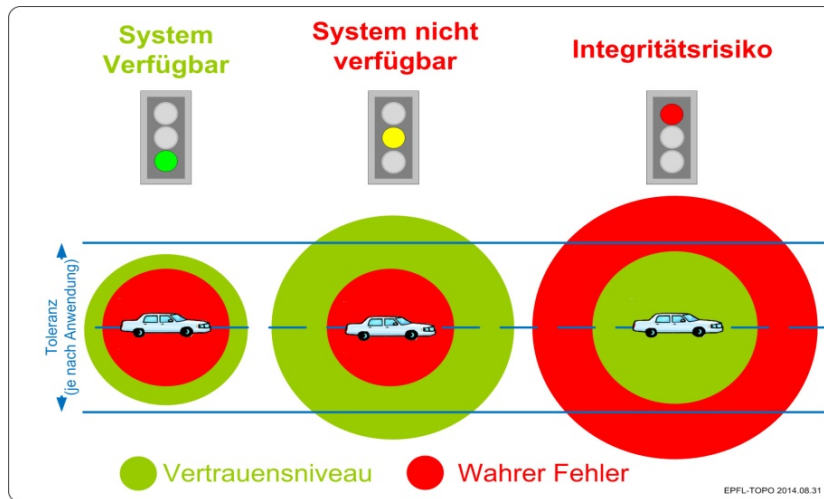


Abbildung 2: Prinzip der Positionsintegrität

3. Weitere Aktivitäten

- Beitrag zum Thema «Datenqualität»: Möglichkeit der Erstellung eines Grundlegendokuments, das die wichtigsten im Bereich der ITS und des Strassenverkehrs anwendbaren Konzepte der Positionsbestimmung definiert.
- COST-Aktion SaPPART: Definition der spezifischen Forschungsprojekte für die Schweiz mit Beteiligung von Partnern, wie zum Beispiel dem ASTRA und swisstopo.
- Teilnahme an internationalen Aktivitäten/Konferenzen:
 - Transport Research Arena, Paris, April 2014: Fachsitzung (*session invitée*) zur Positionsthematik
 - ITS European Congress, Helsinki, Juni 2014: Fachgebietssitzung (*special interest session*): GNSS positioning quality for successful ITS.

4. Bibliographie

CNES, ESA, Europäische Kommission (2009), User guide for EGNOS application developers, http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/egnos/files/brochures-leaflets/egnos-user-guide_en.pdf, (Webseite besucht am 30.04.2014)

GSA (2013), GNSS Market Report, issue 1, 2, 3, <http://www.gsa.europa.eu/market/market-report>, (Webseite besucht am 30.04.2014), Paris

Gilliéron P.-Y, Chazal V. (2010), SATELROU – Perspektiven und Anwendungen der Navigationsmethoden für die Strassenverkehrstelematik und für das Strasseninformationssystem, VSS-Forschungsbericht Nr. 1300

Tiemeyer, B. (2002), Performance Evaluation of Satellite Navigation and Safety Case Development, Eurocontrol Experimental Center – report 370.

5. Anhang:

Chronologie der Aktivitäten

In diesem Kapitel werden die im ersten Bericht identifizierten Themen wieder aufgegriffen und die Prioritäten sowie die umzusetzenden Massnahmen definiert. Das Thema des **Qualitäts-Monitorings** hat oberste Priorität. Hierzu werden diverse Aktivitäten vorgeschlagen.

Prioritäten

In diesem Teil werden entsprechend den definierten Themen einige mögliche Massnahmen angeführt und Prioritäten für ihre nähere Untersuchung festgelegt.

[Tabelle 1] Liste der vorgeschlagenen Vertiefungsthemen und Massnahmen

Thema	Art der Massnahme	Priorität
<i>Qualitäts-Monitoring</i>	- Konzepte, Normierung - Entwicklung von Tools	1
<i>Datenzertifizierung</i>	- Organisatorische und rechtliche Aspekte - Entwicklung von Tools und Verfahren	2
<i>Anonymisierung der Daten</i>	- Entwicklung von Tools - Entwicklung von Kontrollmechanismen	3
<i>Betrugsbekämpfung</i>	- Organisatorische und rechtliche Aspekte - Entwicklung von Diagnosetools - Entwicklung von Konzepten	3

Aktivitäten im Bereich des Qualitäts-Monitorings (Bericht 1 vom 16.5.2013)

Die im Rahmen des ersten Themas anvisierten Aktivitäten umfassen unter anderem folgende kurz- und mittelfristige Massnahmen:

- Organisation einer eintägigen Tagung (*its-ch* - Tagung) im Herbst 2014, im Rahmen derer die Thematik rund um Verkehrs- und Mobilitätsdaten abgesteckt und entwickelt werden soll (Programm in Bearbeitung).
- Teilnahme an nationalen und internationalen Treffen zum Thema Verkehrsdatenerfassung und -management (z. B. Seminar IFSTTAR, SETRA, CERTU vom 23.05.2013 zum Thema «véhicule traceur comme capteur de données trafic») (Fahrzeuge als Verkehrsdaten-Erfassungsgeräte).
- Errichtung einer aus Mitgliedern der VSS-FK9 und des ASTRA bestehenden Arbeitsgruppe, die Forschungsprojekte zur Datenqualität auf dem Gebiet der Verkehrsinformation definiert.
- Auflistung der wichtigsten Projekte, Richtlinien und Normen zur Datenqualität und deren Beurteilung.
- Identifikation der betroffenen und für die Herausforderungen des jeweiligen Themas repräsentativen Hauptakteure.
- Koordinierung des Themas «Verkehrsdaten» mit den weiteren Schwerpunktthemen.

Entwicklung nach Bericht 2 (20.11.2013)

Im 2. Bericht konnte das Thema des ITS-Datenqualitätsmonitorings mit folgenden Aspekten weiterentwickelt werden:

Zusammenfassung

Dank der Vielfalt der Datenquellen für Verkehr und Mobilität können zahlreiche Akteure im Bereich der Mobilität im Internet neue Dienstleistungen anbieten. In Anbetracht dieser neuen Informationskanäle ist es Aufgabe der Verantwortlichen der Verkehrsnetze und Infrastrukturen, den Verkehr zu steuern, Entscheidungen zu treffen und die Anwender zu informieren. Diese Aufgaben können nur auf der Grundlage von zuverlässigen Daten bewältigt werden. Im zweiten Bericht wird das Thema Qualitäts-Monitoring von ITS-Daten und -Dienstleistungen vor dem Hintergrund der schweizerischen und europäischen Normen und Projekte behandelt. Es werden Initiativen und Projektideen vorgeschlagen und methodische, organisatorische sowie normierungsspezifische Fragen angeschnitten.

Lage und Entwicklung

- Probleme und aktuelle Lage im Bereich der ITS-Daten in der Schweiz und in Europa
- Beurteilungs- und Kontrollinstrumente, Normen und bewährte Verfahren sowie Organisation
- Schlüsselprojekte für die Schweiz
- Kontext der Einführung von ITS-Dienstleistungen
- Qualität der ITS-Daten und -Dienstleistungen
- Entwicklungsstand
 - ISO-Norm, Projekt

Methode

- Ansatz des Quantis-Projekts (www.quantis-project.eu)

Bibliographie

Gilliéron, P.-Y. (2013), Big Data : un enjeu majeur pour gérer le trafic et la mobilité, Route et Trafic, pp 31-33, Vol. 09-2013

Gilliéron, P.-Y. (2014), Qualité et avalanche de données : est-ce compatible ?, Route et Trafic, pp 33-35, Vol. 03-2014