

# Optimale Ausnutzung der Datenerfassungs-Infrastruktur durch Datenfusion

## 1 Ausgangspunkt

Die Erkennung der aktuellen Verkehrslage im Straßennetz ist für die meisten Anwendungsfälle des Verkehrsmanagements von immenser Bedeutung. Verkehrsinformation, Navigation und Verkehrssteuerung können nur dann sinnvolle Ergebnisse zeigen, wenn sie auf einem realistischen Bild des aktuellen Verkehrszustands beruhen. Dies ist also Voraussetzung für eine breite öffentliche Akzeptanz der modernen Telematikanwendungen.

Zur Erfassung des Verkehrszustands werden traditionell stationäre Detektoren verwendet, die oft auf Induktionsschleifen, gelegentlich auch auf Video- oder Infrarottechnik beruhen. Aus diesen punktuellen Messungen ist es nur mit Einschränkungen möglich, auf die Verkehrslage im Straßennetz zu schließen. Überdies ist die Errichtung von Detektionsstandorten mit hohen Kosten verbunden, so dass nur in ganz wenigen Regionen eine wirklich ausreichende Datenbasis vorhanden ist.

Aus den genannten Gründen werden seit geraumer Zeit alternative Datenquellen erforscht, die die stationäre Detektion zu ergänzen in der Lage sind – ein kompletter Ersatz derselben wird nicht angestrebt, da von allen existierenden Verfahren nur die stationäre Messung in der Lage ist, Verkehrsmengen vollständig zu erfassen. Auch im Forschungsprogramm VM2010 waren mehrere Projekte mit dieser Fragestellung befasst, insbesondere MOSAIQUE, Do-IT, ORINOCO, iQ mobility und Dmotion. In der VMZ Berlin werden sogar schon seit mehreren Jahren Fahrtinformationen von Taxis als Datenquelle genutzt und in einem übergeordneten Verkehrsmodell mit der stationären Erfassung fusioniert. Die in diesen Projekten gemachten Erfahrungen mit verschiedenen Datenquellen und dazugehörigen Fusionstechniken waren Gegenstand der übergeordneten VM2010-Arbeitsgruppe „Datenfusion und Qualität von Verkehrsdaten“. Sie werden im Folgenden kurz zusammengefasst.

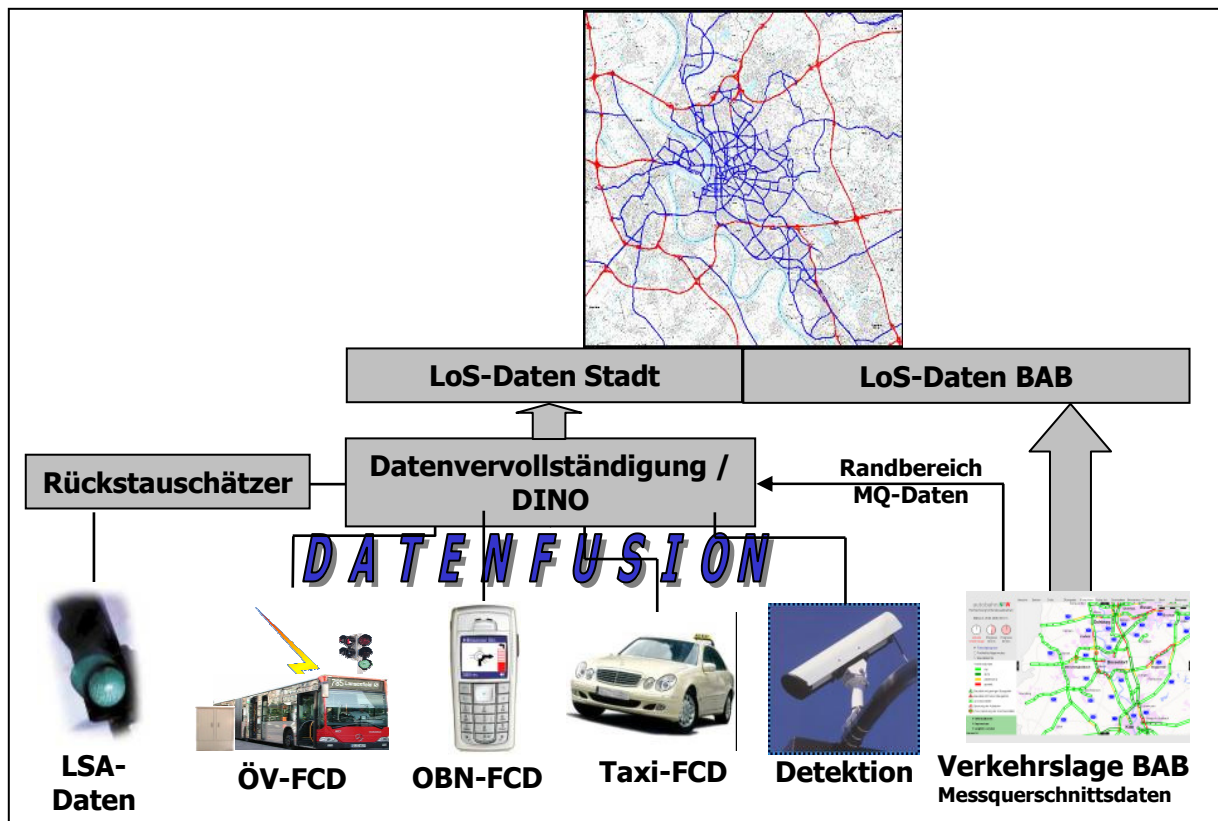


Abbildung 1: Datenfusion im Projekt Dmotion

## 2 Verfügbare Datenquellen

### 2.1 Taxi-FCD

Innerstädtische Taxi-Flotten haben meist eine sehr hohe Fahrleistung. Da die meisten Taxi-Zentralen mittlerweile auf moderne, GPS-gestützte Software zur Einsatzplanung setzen, lag es nahe, die damit zentral vorhandenen Positionen der Taxen auch für die Verkehrslagebestimmung zu nutzen. Die Verfügbarkeit dieser Positionen in der Zentrale unterscheidet sich je nach Datenfunkgerät im Taxi und der eingesetzten Zentralensoftware. Maximal ist mit einer Positionsmeldung alle 30 Sekunden zu rechnen, manche Zentralen empfangen aber auch nur Informationen über Fahrtantritt, Kundenaufnahme und Zielerreichung. In letzterem Fall kommt dem eingesetzten Routing-Algorithmus zur Bestimmung des gefahrenen Weges erhebliche Bedeutung zu.

Für die resultierende Technik hat sich der Name Taxi-FCD eingebürgert. In Deutschland war hier die Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt (DLR) sehr früh aktiv. Taxi-Zentralen in Hamburg, Frankfurt, München, Wien, Nürnberg und anderen Städten wurden auf eigene Initiative. Die Berliner Taxiflotte mit 300 Fahrzeugen wird in der VMZ Berlin und damit indirekt im VM2010-Projekt iQ mobility eingesetzt. Die österreichische Forschungsgesellschaft Arsenal Research hat seit 2004 Taxi-FCD-Systeme in Wien und Düsseldorf (2005) aufgesetzt. Letzteres wird im VM2010-Projekt Dmotion mit ca. 1400 Fahrzeugen als Datenquelle genutzt. Im VM2010-Projekt ORINOKO wird die Taxi-Zentrale in Nürnberg mit ca. 500 Taxen als Datengrundlage genutzt.

Die Erfahrungen aus diesen Projekten zeigen deutlich, dass Taxi-FCD eine wertvolle Datenquelle für innerstädtische Verkehrsinformation ist, die auch mit geringem Aufwand erschlossen werden kann. Allerdings kann sie nicht auf allen wichtigen Strecken des Straßennetzes eingesetzt werden, da Taxis einerseits ein spezielles, nicht unbedingt übertragbares Fahr- und Routenwahlverhalten haben, andererseits in vielen Städten dedizierte Taxi-Spuren vorhanden sind, so dass auf den parallelen Straßen keine Verkehrszustandsschätzung vorhanden ist. Taxi-FCD kann damit nicht die alleinige Quelle für Verkehrsinformationen sein, sondern muss von einem übergeordneten Verkehrsmodell mit integrierter Datenfusion begleitet werden.

## 2.2 ÖV-FCD

Auch ÖV-Fahrzeuge können eine Quelle für Verkehrsdaten sein. Entweder über die RBL-Zentrale oder über die Meldepunkt-Informationen am Verkehrsrechner bei priorisierten Bus- oder Trambahnlinien können die Fahrzeiten abgefragt werden und daraus mit gewissen Einschränkungen Rückschlüsse auf den IV-Verkehrszustand gewonnen werden. Diese Verfahren tragen den Namen **ÖV-FCD** oder **RBL-FCD**. Die Erschließungskosten sind niedrig, aber die Netzabdeckung ist sehr begrenzt, so dass diese Quelle nur als ergänzende Zusatzinformationen für Verkehrsmodelle zu verwenden ist. In diesem Sinne genutzt werden diese Informationen in der VMZ Berlin, und in den VM2010-Projekten ORINOKO und Dmotion.

Im VM2010-Projekt VAGABUND wird der Gegenverkehr mittels spezieller Kameras aus den ÖV-Fahrzeugen heraus analysiert und so eine Verkehrslage für den Gegenverkehr gewonnen.

## 2.3 Floating Phone Data

Verfahren zur **Verkehrsdatingewinnung mit Hilfe von Mobiltelefonen** beruhen auf der Einteilung der Mobilfunknetze in Funkzellen, die jeweils durch einen Sendemasten abgedeckt werden. Da so die Zelle, in der sich das Mobiltelefon befindet, bekannt ist, kann die jeweilige Position des Mobilfunknutzers abgeschätzt werden. Diese Positionsbestimmung kann anschließend durch weitere Methoden verbessert werden, indem beispielsweise die Signalstärken der Mobiltelefone als Indiz für die Entfernung zum Sendemast oder entsprechende Map Matching-Verfahren zur Ermittlung der auf das Straßennetz referenzierten Position genutzt werden. Wenn der Nutzer eine Zelle verlässt, findet ein so genannter „handover“ statt, bei dem das Mobiltelefon an die nächste Zelle weitergereicht wird. Durch Registrierung zweier handover und dem Vergleich der beiden Zeitstempel können entsprechende Reisezeiten ermittelt werden. Auf diese Weise können Rückschlüsse auf die aktuelle Verkehrslage gezogen werden. Floating Phone Data war Gegenstand der Untersuchungen in den beiden VM2010-Projekten Do-IT und TrafficOnline.

Floating Phone Data wird mit hoher Wahrscheinlichkeit eine sehr wichtige Datenquelle auf dem Autobahnnetz und vielleicht auch auf dem untergeordnetem Straßennetz. In den komplexen städtischen Straßennetzen ist es allerdings nur bedingt und nur als zusätzliche Datenquelle zur stationären Erfassung einsetzbar.

## 2.4 Kleinräumige Verkehrsmodelle

Im VM2010-Projekt Dmotion wurde zusätzlich untersucht, wie sich spezialisierte, kleinräumige Verkehrsmodelle in ein übergeordnetes Verkehrsmodell integrieren lassen. Hier kam der so genannte „Rückstauschätzer“ der Firma TransVer GmbH zum Einsatz, mit dem sich, ausgehend von Detektorschleifen in ca. 10-70 m Abstand zur Haltelinie, Aussagen über den Rückstau bis 200-300 m Entfernung machen lassen. Gegenstand der Untersuchungen in Dmotion waren Aussagen zur Qualität und Anwendbarkeit des Systems und zu den Einsatzgrenzen. Besonders interessant waren hier die integrierte Störfallerkennung und die automatische Ermittlung der Sättigungsverkehrsstärke.

## 3 Datenfusion und -vervollständigung

Die Verfahren zur netzbezogenen Datenaufbereitung nutzen ein Verkehrsablaufmodell, welches Routen im Netz oder zumindest Abbiegebeziehungen an Knoten beinhaltet. Diese sind Simulationsansätze mit „Zellular-Automat“ oder Messwertpropagierungen mit VISUM Online bzw. MONET oder Umlegungsanpassungen (DINO, POLYDROM, NEURO-MONET), die in verschiedenen Verkehrsmanagement- bzw. Verkehrsinfo-Systemen eingesetzt werden oder Gegenstand aktueller Forschungsprojekte sind.

Zu unterscheiden ist hier zwischen reinen Datenvervollständigungsverfahren und solchen mit zusätzlicher Datenfusion. Erstere beruhen ausschließlich auf einer Datenquelle: Meist werden hier nur die Verkehrsmengen aus stationären Messquerschnitten oder LSA-nahen Schleifen verwendet. Die Datenvervollständigung erreicht dann eine Ausgabe von Verkehrsinformationen auch auf nicht detektierten Straßenabschnitten. Im weiteren Sinne können zu diesen Modellen auch die Taxi-FCD-Systeme gerechnet werden, die ausschließlich auf mobilen FCD (hier: Taxis) aufbauen.

Datenfusionsalgorithmen dagegen streben an, verschiedenartige Verkehrsdatenquellen zu verbinden, um so die Schwächen der einzelnen Detektionssysteme auszugleichen und kosteneffizient (da eben der extensive Aufbau einer Detektionsart vermieden werden soll) eine umfassende und plausible Verkehrslage zu berechnen. Datenfusionssysteme wurden im VM2010-Forschungsprojekt Dmotion erforscht und eingesetzt (auf Basis von DINO) und in Berlin (VISUM-online/MONET) bereits produktiv genutzt. In letzterem werden für den Verkehrszustand einer Kante des Straßennetzes entweder die Informationen aus den FCD-Systemen oder die aus der Datenvervollständigung verwendet, je nachdem, welches System für diese Kante derzeit eine höhere Zuverlässigkeit besitzt. Bei FCD hängt diese ab von der Anzahl der Überfahrten durch Taxis im Zeitintervall, bei dem Datenvervollständigungsverfahren von der Entfernung der Kante zu den nächstliegenden stationären Detektoren.

Im Projekt Dmotion sollen die Geschwindigkeitsinformationen der Taxiflotte direkt als weitere Eingangsgrößen für die Datenvervollständigung genutzt werden. Die Informationen aus der stationären Detektion werden dadurch erweitert und in einem geschlossenen Verfahren mit FCD-Informationen veredelt. Ein wichtiger Baustein ist auch hier die aktuelle Zuverlässigkeit der Eingangsdaten. Die Untersuchungen zum Nutzen dieser Technik sollen bis Ende des Jahres 2008 abgeschlossen sein.

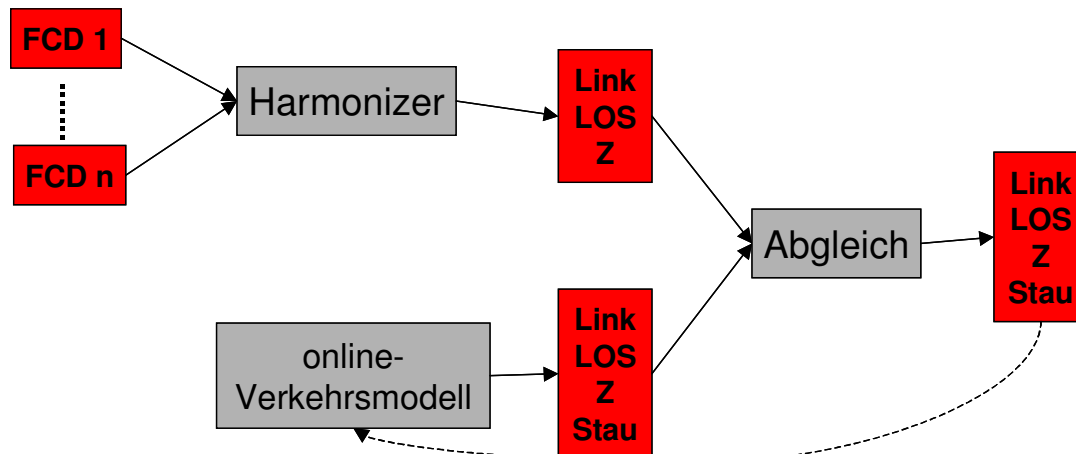


Abbildung 2: Datenabgleich zwischen FCD und Verkehrsmodell in der VMZ Berlin

## 4 Zusammenfassung

In den VM2010-Projekten wurden viele verschiedene Datenquellen als Ausgangsbasis für eine Verkehrslageschätzung genutzt. Neben den immer benötigten stationären Erfassungsgeräten waren besonders mobile Sensoren im Fokus der Untersuchungen. Taxi-FCD und Floating Phone Data haben sich dabei als wertvolle Datenquelle herausgestellt, die aber immer von einer übergeordneten Datenfusion und -vervollständigung begleitet werden muss, um wirklich eine umfassende, vollständige und vor allem genaue Verkehrslageinformation für den mobilen Bürger ausgeben zu können.

### Angaben zu den Autoren:



Dipl. Math. Herwig Wulffius

Geschäftsführer

GEVAS software GmbH

Nymphenburger Str. 14, 80335 München

Tel: +49 89 255597-0, Fax: +49 89 255597-66

E-Mail: [herwig.wulffius@gevas.de](mailto:herwig.wulffius@gevas.de)

Fachgebiete:

- ▶ Verkehrssteuerung an Lichtsignalanlagen
- ▶ Schnittstellenstandardisierung
- ▶ Adaptive Netzsteuerungen



Dipl. Math. Florian Weichenmeier

Abteilungsleiter Verkehrsforschung und Grundlagenentwicklung

GEVAS software GmbH

Nymphenburger Str. 14, 80335 München

Tel: +49 89 255597-25, Fax: +49 89 255597-66

E-Mail: [florian.weichenmeier@gevas.de](mailto:florian.weichenmeier@gevas.de)

Fachgebiete:

- ▶ Verkehrslageermittlung
- ▶ Verkehrssteuerung an Lichtsignalanlagen
- ▶ Adaptive Verkehrsnetzsteuerungen
- ▶ Verkehrsflusssimulation