



Abb. 1: Das Oktoberfest in München: Forschungsgegenstand für die Wissenschaftler des DLR

Forschungsprojekt VABENE++: Verkehrsmanagement bei Großereignissen und Katastrophen

Ein intaktes und leistungsfähiges Verkehrssystem ist ein Grundpfeiler moderner Gesellschaften und wird heute vielerorts als selbstverständlich wahrgenommen. Wie viel von der Funktionsfähigkeit des Verkehrssystems abhängt, offenbart sich oft erst bei gravierenden Störungen, z.B. während Großereignissen oder bei Katastrophen, wenn Straßen zur Evakuierung der Bevölkerung oder Rettungs- und Transportwege für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) beeinträchtigt werden. Doch wie lässt sich der Verkehr möglichst flexibel an solche Extremsituationen anpassen? Dieser Fragestellung nähern sich Wissenschaftler des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) im Verkehrsforschungsprojekt VABENE++ und entwickeln dabei Unterstützungswerkzeuge für BOS sowie für Verkehrsbehörden zum Management von Großereignissen und zur Bewältigung von Katastrophen oder Großschadenslagen.

Verkehrsmanagement für den Ernstfall

Insbesondere komplexe, großflächige Einsatzlagen können weitreichende Konsequenzen für das Verkehrssystem und damit für die Mobilität der Einsatz- und Rettungskräfte haben. Wie sich Behinderungen im Straßenverkehr auswirken und welche Folgen Eingriffe in das Verkehrsmanagement haben, wird im Forschungsprojekt VABENE++ ana-

lysiert. Aus den gewonnenen Erkenntnissen werden Maßnahmen zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit (Resilienz) des Verkehrssystems abgeleitet, die den BOS in Form computer-gestützter Entscheidungswerkzeuge zur Verfügung gestellt werden. Das Projekt vereint Forschungsbereiche von Simulation und Modellierung bis hin zu Weiterentwicklungen von Web-Technologien, woran Wissenschaftler aus sechs verschiedenen Instituten des DLR eng zusammenarbeiten.

Autoren:

Veronika Gstaiger

Ronald Nippold

Ralph Kiefl

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
Oberpfaffenhofen

Die Erforschung des Straßenverkehrssystems basiert überwiegend auf Daten der bodengestützten Verkehrserfassung. Sie umfasst in erster Linie konventionelle, fest verbaute Detektoren, wie Induktionsschleifen und Verkehrskameras. Die Verfügbarkeit aktueller Verkehrsdaten ist generell entscheidend für die Qualität weiterführender Analysen und darauf basierender Entscheidungsunterstützungswerkzeuge. Da selbst in urbanen Gebieten eine entsprechende Sensorik nicht lückenlos vorhanden und kontinuierlich einsetzbar ist, wird innerhalb von VABENE++ auch ein System für eine Ad-hoc-Verkehrserfassung ohne teure, Infrastruktur-gebundene Sensorik entwickelt. Dieses System basiert auf der Nutzung moderner Funktechnologien wie Bluetooth, das mittlerweile in vielen Geräten enthalten ist. Werden durch fest installierte oder mobile Sensoren funkbasierte Geräte von Verkehrsteilnehmern (wieder)erkannt, kann auf die Reisezeit und somit auf den Verkehrszustand im jeweiligen Teil des Verkehrsnetzes geschlossen werden (1). Die Erkennung erfolgt dabei durch das Auslesen eines Teils der Hardware-Kennung der Geräte (Mac-Adresse), die noch im Sensor durch ein nicht-umkehrbares Verfahren verschlüsselt wird. Mithilfe eines rotierenden Schlüsselverfahrens ist zudem das Anlegen von Bewegungsprofilen wirksam unterbunden. Im Ergebnis bietet dieses System eine großflächige Erfassung von Verkehrsströmen unter Berücksichtigung des Datenschutzes. Somit können Verkehrsströme im Einsatzfall in der gesamten Region genauer erfasst und prognostiziert werden (2).

Die erhobenen Verkehrsdaten werden mit weiteren Informationen zum jeweiligen Schadensereignis oder zur stattfindenden Großveranstaltung sowie mit statistischen Daten über die Bevölkerung fusioniert und zu einem Gesamtverkehrslagebild zusammengesetzt. Die so gesammelten Informationen über den Verkehrszustand werden anschließend in eine Verkehrssimulation überführt, um daraus eine Kurzfristprognose über die wahrscheinliche Entwicklung des Verkehrsgeschehens zu berechnen. Die erhaltenen flächigen Verkehrslagen des aktuellen und zukünftigen Verkehrszustandes bilden die Grundlage für die eigentliche Entscheidungsunterstützung. Diese erfolgt in Form von Analyse- und Bewertungsfunktionen für die Einrichtung von Sperrungen oder Umleitungen, die Berechnungen der schnellsten oder risikoärmsten Routen (in Bezug auf Staurisiko oder wesentliche Überschreitungen der Reisezeit) sowie der Einsatzmitteldisposition.

Vom Luftbild zur Lagekarte

Neben den bodengebundenen Sensoren können auch luftgestützte Informationsquellen (z.B. Luftbilder) als Informationsquelle für hochaktuelle Verkehrsdaten genutzt werden. Am DLR wurden daher 3K- und 4k-Kamerasysteme entwickelt, die auf den DLR-eigenen Flugzeugen Cessna 208B Grand Caravan und Dornier Do 228-212 sowie den Hubschraubern BO 105 und ab 2017 auch EC 135 betrieben werden (3). Aufgrund der unmittelbaren Weiterverarbeitung der aufgenommenen Bilder noch während des Fluges, entstehen unter Verwendung hochgenauer GPS/IMU-Navigationsdaten lagegenaue Luftbilder, aus denen im Anschluss präzise Geoinformationen abgeleitet werden können.

Die Anwendungsmöglichkeiten für Luftbilder im Katastrophenmanagement sind vielseitig. Um aus Luftbildern möglichst schnell und effizient Informationen abzuleiten, wurden im Rahmen von VABENE++ Algorithmen zur automatisierten und teilautomatisierten Informationsgewinnung entwickelt und getestet. Entstanden sind Verfahren, um aktuelle Daten zum Verkehrsfluss und Fahrzeuggeschwindigkeiten zu extrahieren (4). Im Anschluss fließen diese Daten in Verkehrsmodelle ein, um die Genauigkeit der Simulationen zu verbessern. Auch lassen sich Aussagen über die Auslastung von Bereitstellungs- und Parkräumen treffen und im Fall von Großveranstaltungen Informationen über die Existenz, Breite oder auch Blockaden von Rettungsgassen auf dem Gelände ableiten.

Einen weiteren Entwicklungsschwerpunkt in Verbindung mit Großveranstaltungen bildet die Analyse von Menschenmengen. Dabei werden die Dichte von Personenansammlungen sowie

Abb. 2: Informationswege in VABENE++ (Bild: DLR/OpenStreetMap contributors [www.openstreetmap.org/copyright/de/terrestris GmbH & CO. KG/JS API for ArcGIS])





Abb. 3: Von VABENE++ bereitgestellter Web-Viewer mit Übungsinfrastruktur und Beschilderung (Bild: DLR/GeoBasis-DE/BKG 2013/JS API for ArcGIS)

das Bewegungsverhalten von Einzelpersonen über einen kurzen Zeitraum gemessen (5). Diese Zusatzinformationen sollen es Verantwortlichen ermöglichen, kritische Situationen frühzeitig zu erkennen, um rechtzeitig geeignete Gegenmaßnahmen wie z.B. das Umleiten von Besucherströmen ergreifen zu können. Auch im Fall von Naturkatastrophen sind schnelle und flächendeckende Informationen aus der Luft hilfreich. Bei Hochwasserereignissen können Wasserflächen automatisiert erfasst werden. In Kombination mit Straßendaten lassen sich dadurch wiederum Rückschlüsse auf die Befahrbarkeit ziehen. Zur Einschätzung von Schadenslagen in Verbindung mit Hangrutschungen können aus Luftbildern innerhalb von Sekunden genaue 3D-Geländeeinformationen berechnet und anhand wiederholter Aufnahmen das Gelände bzgl. weiterer Veränderungen beobachtet werden.

Für BOS- und Rettungskräfte wie auch für das Management von Großveranstaltungen ist es essenziell, dass die gesammelten und aufbereiteten Informationen möglichst schnell zur Verfügung gestellt werden. Um der Anforderung von Nahe-Echtzeit-Anwendungen gerecht werden zu können, werden sowohl Luftbilder als auch Analyseergebnisse direkt aus dem Flugzeug oder Hubschrauber per Mikrowellendatenlink zu einer mobilen Bodenstation übertragen, wo sie weiterverarbeitet oder direkt visualisiert werden (Abb. 2). Um eine Einbindung in Systeme bei BOS-Kräften, Lagezentren oder beim Veranstaltungsmanagement zu ermöglichen, erfolgt der Datenaustausch zwischen den einzelnen Systemkomponenten über standardisierte Geodaten-, Visualisierungs- und Prozessierungsdienste, z.B. OGC-konforme WMS, WMTS, WFS und WPS-Dienste (6). Alternativ steht ein eigenes, in einem Webbrowser lauffähiges VABENE++-Frontend zur Visualisierung zur Verfügung, mithilfe dessen sich die Geodienste der Luftbilder, der Analyseergebnisse und

weitere Geoinformationen in der Bodenstation als Gesamtanlagebild individuell anzeigen und vor Ort manuell editieren lassen (Abb. 3). Neben der reinen Darstellung am Bildschirm haben sich in vielen Situationen zusätzlich Karten in Papierformat bewährt. Aus diesem Grund wurde ein Service entwickelt, mit dessen Hilfe die Anwender vor Ort hochauflösende Karten selbst definieren und aus der Webapplikation direkt drucken können.

VABENE++ vor Ort

Damit sich die Systeme und Programme in der Praxis bewähren und den Anforderungen der Nutzer entsprechen, begleiten die VABENE++-Mitarbeiter regelmäßig Katastrophenschutzübungen auf Bundes- und Länderebene. Dort werden die Komponenten getestet und demonstriert. Das gesammelte Feedback vor Ort trägt zur Verbesserung und kontinuierlichen Weiterentwicklung bei. Im Oktober 2014 nahm das VABENE++-Team z.B. an der vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe organisierten Übung „Flinker Oktopus“ teil (7). Auf dem Truppenübungsplatz in Lehnin übten 130 Einsatzkräfte der Medizinischen Task Force (MTF) des Bundes die Bewältigung eines Massenansturms von Verletzten, während die Wissenschaftler des DLR die Einsatzleitung kontinuierlich mit aktuellen Informationen versorgten. Zu Beginn wurden die anrückenden Einsatzfahrzeuge mithilfe von GPS-Sendern und aus der Luft lokalisiert und koordiniert. Während der Übung dokumentierte ein Netz aus Verkehrskameras den Verkehrsfluss an verschiedenen Stationen (z.B. dem Krankenhaus oder der Patientenannahmestelle) und übertrug die Aufnahmen direkt in das Lagezentrum. Einen Gesamtüberblick über das Übungsgelände lieferten die Luftbilder der Hubschrauberüberflüge, die ebenfalls live per Datenlink übertragen wurden. Mithilfe dieses Bild- und Videomaterials konnte die Übungsleitung das Übungsgeschehen verschiedener Standorte über den VABENE++-Web-Viewer beobachten, unmittelbar bewerten und die aktuellen Kartenprodukte zu Einsatzbesprechungen nutzen.

Der Austausch und die Zusammenarbeit mit Endanwendern stehen im Fokus von VABENE++. Für weitere Informationen zu Projekt, Ansprechpartnern und bisherigen Kooperationen besuchen Sie die VABENE++-Webseite unter verkehrsfor-schung.dlr.de/projekte/vabene. +

Literatur unter www.skverlag.de/ie-lit