

# LSA-Schaltzeitprognose über den MDM

Thorsten Miltner

Straßenverkehrs- und Tiefbauamt, Stadt Kassel · thorsten.miltner@kassel.de

Short paper

## Zusammenfassung

Ein Ampelphasenassistent ist eine Funktion mit einer großen Nutzerakzeptanz und Kaufbereitschaft durch Verkehrsteilnehmer. Durch eine zunehmende Nutzung von Ampelphasenassistenten wird ein energieeffizienter und damit emissionsarmer städtischer Verkehrsablauf verbunden mit einer Reduktion von Unfällen erwartet. Im Testfeld Kassel des Forschungsprojektes UR:BAN wird deshalb die praktische Umsetzung einer LSA-Schaltzeitprognose getestet. Dabei wird ein zentralenbasierter Ansatz verfolgt. Schaltzeitprognosen und die erforderlichen Geoinformationen werden über die Verkehrsmanagementzentrale und den Mobilitätsdatenmarktplatz an einen Service Provider publiziert, der die Informationen für den Verkehrsteilnehmer aufbereitet.

## 1 Ampelphasenassistent

### 1.1 Funktion und Perspektiven

Lichtsignalanlagen (LSA) an Verkehrsknotenpunkten dienen in erster Linie der Verkehrssicherheit. Mit ihnen werden Verkehrsströme, die meist auf mehreren Fahrstreifen verteilt sind, reguliert. Diejenigen Verkehrsteilnehmer, die auf ein rotes Signal zufahren, müssen abbremsen und warten. Jedes Verzögern, Halten und Beschleunigen eines Fahrzeugs ist in der Regel mit einem erhöhten Kraftstoffverbrauch und damit einer Erhöhung der emittierten Abgase verbunden. Fahrzeuge mit Start-Stopp-Automatik minimieren wenigstens während des Halts Kraftstoffverbrauch und Abgase. Ideal wäre es, wenn ein nennenswerter Anteil von Verkehrsteilnehmern, die auf eine LSA zufahren, allein durch frühzeitige Information über deren Schaltung, ihre Fahrweise so anpassen könnte, dass ein Halt vermeidbar wird. Damit wäre ein effizienterer, stressfreier und möglicherweise auch sicherer Verkehrsablauf im Zulauf von LSA gesteuerten Knotenpunkten möglich.

Im von mehreren Bundesministerien geförderten Forschungsprojekt simTD wurde ein solcher Ampelphasenassistent als eine von drei Funktionen mit der größten Nutzerakzeptanz und Kaufbereitschaft aus dem Bereich C2X identifiziert (DAIMLER 2013).

Für einen Ampelphasenassistent ist eine möglichst genaue und sichere Vorhersage des zu erwartenden Signalbildes an einer LSA, auf die ein Verkehrsteilnehmer zu fährt, erforderlich. Bei einem LSA-Festzeitprogramm ist eine Schaltzeitprognose noch relativ einfach, da in jedem Umlauf die Signalbilder der einzelnen Signalgruppen eines Knotenpunktes zu einer fest definierten Sekunde „rot“, „rot-gelb“, „grün“ und „gelb“ zeigen.

## 1.2 Technische Randbedingungen und Testfeld

Moderne, verkehrabhängig gesteuerte Lichtsignalanlagen schalten unabhängig von festen Sekunden eines Umlaufs. Vielmehr können Freigabezeiten verlängert oder verkürzt werden oder Phasen getauscht oder weggelassen werden. Da dies von mithilfe von Detektoren gemessenen Verkehrsstärken abhängt oder von ÖPNV-Fahrzeugen, die sich über ein Bake-Funk-System am LSA-Steuergerät anmelden, ist die Vorhersage eines Signalbilds ungleich schwerer.

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderten Forschungsprojektes UR:BAN werden Algorithmen entwickelt, die eine Schaltzeitprognose für verkehrabhängig gesteuerte LSA ermöglichen. Dazu wurde in Kassel ein Testfeld im Innenstadtbereich eingerichtet, das 27 LSA umfasst. Die Daten dieser LSA werden in einem Verkehrsmanagementsystem (VMS) gesammelt. Auf der Grundlage dieser Daten werden Schaltzeitprognosen für alle Signalgruppen der 27 LSA im UR:BAN-Testfeld Kassel erstellt.

Um die Schaltzeitprognosen Verkehrsteilnehmern zur Verfügung stellen zu können, werden diese auf der nationalen, deutschen Mobilitätsdatenaustauschplattform, dem Mobilitätsdatenmarktplatz (MDM) zur Verfügung gestellt. Die Daten werden dort von einem Betreiber eines Ampelphasenassistenten abgeholt und entsprechend verwertet.

Die Datensätze beinhalten folgende Informationen:

- Kennung der Stadt;
- Nummer der LSA;
- Nummer der Signalgruppe;
- prognostizierter Signalzustand für bestimmte Sekunden (gesperrt oder freigegeben);
- Wert für die Eintreffenswahrscheinlichkeit der Prognose.

## 2 Geoinformationen

### 2.1 Knoten-Kanten-Modell

Die reine Übermittlung von Schaltzeitprognosen der Signalgruppen ist jedoch nicht verwertbar, wenn die Georeferenzierung der Signalgruppen auf den zugehörigen Fahrstreifen fehlt. Dafür wird im Testfeld Kassel ein zweites Datenpaket auf dem MDM zur Verfügung gestellt, das die genaue Position einer Haltlinie eines Fahrstreifens enthält und die Zuordnung einer Signalgruppe zu dieser Haltlinie.

Verwaltet werden diese Informationen in einem erweiterten Knoten-Kanten-Modell des VMS (im konkreten Fall VTnet der Fa. GEVAS Software). Grundlage des Knoten-Kanten-Modells ist das stadt eigene Knoten-Kanten-Modell des Amtes für Geoinformation der Stadt Kassel. Um die Position der Haltlinien auch auf anderen Knoten-Kanten-Modellen referenzieren zu können, wurde das Datenformat OpenLR<sup>TM</sup>, entwickelt von der Fa. TomTom, verwendet.

Beide Datensätze (Schaltzeitprognose und Verortung der Haltlinien) gemeinsam ermöglichen es, den Verkehrsteilnehmer mithilfe eines Ampelphasenassistenten über zu erwartende Signalbilder zu informieren.

Das Knoten-Kanten-Modell ist durch zusätzliche Attribute zu erweitern. Dazu zählen die Anzahl der Fahrstreifen. Im Bereich der Knotenpunkte ist die Angabe der Fahrrichtungen jedes Fahrstreifens, in die jeweils gefahren werden kann, erforderlich. Ebenso ist die Position des Beginns eines Abbiegefahrstreifens zu ergänzen. In klassischen Knoten-Kanten-Modellen eines Verkehrsnetzes wird am Beginn eines Abbiegestreifens kein Knoten gesetzt. Eine Möglichkeit ist daher, einen sogenannten Offset anzugeben. Dies ist die Entfernung zwischen dem Knotenmittelpunkt und dem Beginn des Abbiegefahrstreifens.

## 2.2 Zuordnung Signalgruppe zu Haltlinie

Schließlich ist die Lage der Haltlinie an einem Knotenpunkt mit LSA erforderlich. An diese Haltlinie wird die Bezeichnung der zugehörigen Signalgruppe des LSA-Programms angehängt. Damit werden die fachinternen LSA-Informationen mit dem Knoten-Kanten-Modell kombiniert. Beispielhaft wird dies am folgenden Knotenpunkt verdeutlicht.

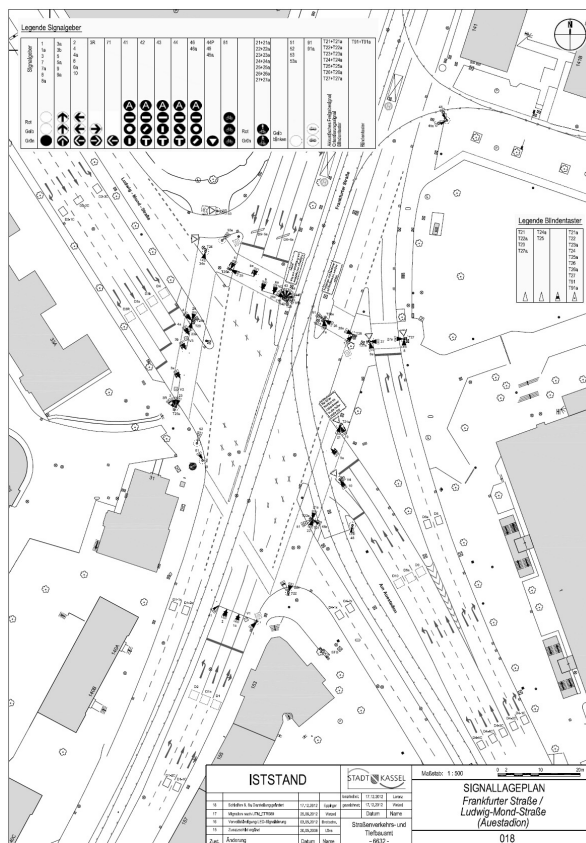
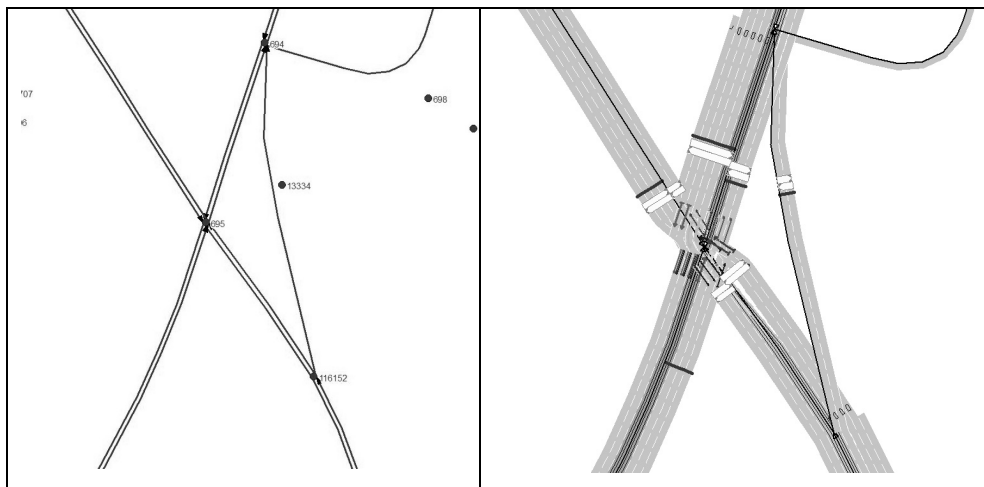


Abb. 1: Signallageplan des Knotens 018-Auestadion (Quelle: STADT KASSEL)

Der Knotenpunkt 018 Auestadion ist im einfachen Knoten-Kanten-Modell als Knoten fixiert. Den auf den Knoten zuführenden Kanten werden nun die erforderlichen Informationen als Attribute ergänzt. Unter anderem ist dies die Zuordnung der Signalgruppe zur korrespondierenden Haltlinie. Diese Information stammt aus dem Signallageplan (Abbildung 1), der früher von Hand und seit einigen Jahren als CAD-Zeichnung erstellt wird. Im Knoten-Kanten-Modell wird nun z. B. der Kante des Bypass mit der Nummer 17797 (Kante zwischen Knoten 116152 und Knoten 694) das Attribut angehängt, dass die Kante 2 Fahrstreifen besitzt. Die Haltlinie befindet sich in einer Entfernung von -21 Metern in x-Richtung und 96 Metern in y-Richtung vom Knotenpunkt entfernt. Ihr ist die Signalgruppe 8\_8a zugeordnet.



**Abb. 2:** Ausschnitt des einfachen Knoten-Kanten-Modells (links) und des erweiterten Knoten-Kanten-Modells (Visualisierung aus der Software VTnet)  
(Quelle: STADT KASSEL)

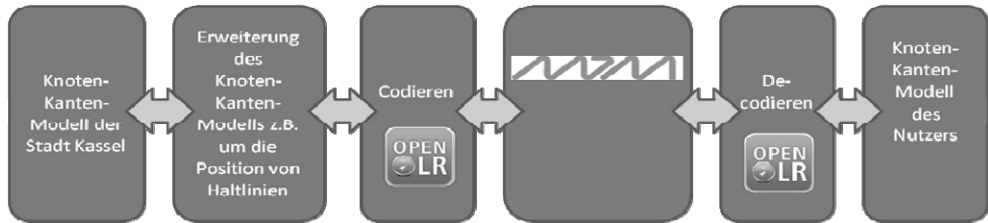
Mit allen anderen Signalgruppen wird analog verfahren. Damit sind die erforderlichen Informationen für die Verortung der Signalgruppe in der GIS-Datenbank des Betreibers des Verkehrsmanagementsystems verfügbar.

### 3 MDM-Datenpublikation

#### 3.1 Datenfluss

Um diese Geoinformation für die Schaltzeitprognose dem Verkehrsteilnehmer nutzbar zu machen, ist eine Publikation dieser Information erforderlich. Dies gelingt über ein Datenpaket, das über eine geeignete Schnittstelle an den MDM abgegeben wird. Dieses Datenpaket wird über eine geeignete Schnittstelle von einem Datennehmer abgeholt und weiterverarbeitet (Abb. 3). Dieser Datennehmer kann ein Service Provider sein, der die Daten z. B. in einer Navigationssoftware darstellt. Der Verkehrsteilnehmer als Nutzer der Navigations-

software kann so die Information erhalten, an welcher Stelle eine Haltlinie zu erwarten ist und welches Signal auf diese wirkt. Welchen Zustand das Signal haben wird, stammt aus einer weiteren Datenpublikation (vgl. Abschnitt 1.2).



**Abb. 3:** Datenfluss vom Datengeber zum Datennehmer

Eine Hauptaufgabe besteht nun darin, die Geoinformationen des Verkehrsmanagementbetreibers, die eine ganz bestimmte Struktur hat auf die Struktur des Datennehmers zu übertragen. Dies gelingt idealerweise, wenn beide Datensätze gleich sind. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass es keinen Datennehmer gibt, der dasselbe Datenmodell verwendet wie die Stadt Kassel, die dieses Modell selbst aufgebaut hat. Auch bei Verkehrsmanagementbetreibern, die ein kommerzielles GIS-Modell nutzen (z. B. eine TomTom-Karte oder eine here-Karte), muss davon ausgegangen werden, dass es Nutzer gibt, die ein anderes Modell nutzen. Knoten und Kanten eines GIS-Modells müssen also in einem anderen GIS-Modell wiedergefunden werden, eine klassische Map-Matching-Aufgabe.

### 3.2 Referenzierungsmethode OpenLR™

Die Fa. TomTom hat dafür eine Referenzierungsmethode entwickelt, die frei verfügbar ist. Dieses sogenannte OpenLR™ (TOMTOM 2012) bietet einen Encoder, eine Übertragungsdefinition und einen Decoder zur Referenzierung von Knoten und Kanten zwischen unterschiedlichen GIS-Modellen. Dabei werden die Daten des Ursprungssystems über einen Binärcode codiert weitergegeben. Mit dieser Information wird zunächst die betreffende Kante im Zielmodell gefunden. Weitere Daten im XML-Code definieren die Haltlinie mit den jeweiligen Angaben. U. a. wird die Position als Dezimalgrad-Koordinaten angegeben. Abbildung 4 zeigt einen Ausschnitt einer XML-Datei für den Kasseler Knotenpunkt Auestadion.

## 4 Betrieb und Fazit

Für den Betreiber der LSA, im konkreten Fall das Sachgebiet Verkehrssteuerung des Straßenverkehrs- und Tiefbauamtes der Stadt Kassel, erwachsen dadurch folgende neue Aufgaben:

- Pflege des Knoten-Kanten-Modells.
- Sicherstellung der kontinuierlichen Datenübertragung vom LSA-Steuergerät in das VMS und von dort zum MDM.

- Einpflegen von Sonderfällen in das Knoten-Kanten-Modell, etwa während Bauphasen (z. B. gesperrter Abbiegefahrstreifen).
- kurzfristige Datenübernahmen und Datenanpassungen nach Überarbeitungen von Signalprogrammen oder nach dem Austausch von LSA-Steuergeräten.

Das Forschungsprojekt UR:BAN wird Ende 2015 abgeschlossen. Bereits jetzt kann festgestellt werden, dass die technische Übertragung der für die Schaltzeitprognose erforderlichen Daten über den MDM funktioniert. Aus städtischer Sicht besonders interessiert der Effekt, der durch die vermehrte Nutzung von Ampelphasenassistenten im städtischen Straßenverkehr erkennbar werden wird.

```

<trafficStream>
  <stopLinePoint id="3006-17797">
    <xOffsetToTrafficStream>-21.0</xOffsetToTrafficStream>
    <yOffsetToTrafficStream>96.0</yOffsetToTrafficStream>
    <percentageDistanceAlong>27.001688</percentageDistanceAlong>
    <stopLineBearing>350</stopLineBearing>
    <lanePositionOnRoadSegment>1</lanePositionOnRoadSegment>
    <numberOfLanes>1</numberOfLanes>
    <mainSignalGroupId>3009</mainSignalGroupId>
    <subSignalGroupId/>
    <trafficSignalId>018 Auestadion</trafficSignalId>
    <turnAllowedWithoutSignal>false</turnAllowedWithoutSignal>
    <pointCoordinates>
      <latitude>51.29845</latitude>
      <longitude>9.481279</longitude>
    </pointCoordinates>
  </stopLinePoint>
  <linear>
    <linearExtension>
      <openlrExtendedLinear>
        <openlrLocation>
          <base64binary>Cwa+EiR6cRieBwAtASUGLCC</base64binary>
        </openlrLocation>
      </openlrExtendedLinear>
    </linearExtension>
  </linear>
</trafficStream>

```

**Abb. 4:** XML-Ausschnitt einer Haltlinien-Verortung am Kasseler Knotenpunkt Auestadion (Quelle: STADT KASSEL)

## Literatur

- DAIMLER (2013), Sichere intelligente Mobilität – Testfeld Deutschland. Deliverable 5.5 TP5 – Abschlussbericht, Teil A, Daimler, Sindelfingen, 2013.
- MDM, [www.mdm-portal.de](http://www.mdm-portal.de).
- TOMTOM (2012), OpenLR™ – White Paper – Version 1.5 revision 2, TomTom International B. V.
- UR:BAN, [www.urban-online.org](http://www.urban-online.org).