



Bayerisches Forschungsprojekt liefert ein weltweit einsetzbares Verfahren zur Bereitstellung von Ampelschaltzeiten

Das Projekt SAFARI (Smartphonebasierte Schaltzeitprognose und Fahrerassistenz) ist ein von der Bayerischen Forschungstiftung (BFS) gefördertes Forschungsprojekt. Im Projekt wurde eine Ampelschaltzeitprognose und deren Übertragung und Anzeige auf einem Smartphone des Fahrers umgesetzt. Projektpartner waren neben der Bayerischen Medien Technik GmbH (bmt) die SCHLOTHAUER & WAUER GmbH, Niederlassung München und der Lehrstuhl für Ergonomie. Die Projektlaufzeit war von Mitte 2016 bis Anfang 2018.

Die Verkehrstechnik-Ingenieure von SCHLOTHAUER & WAUER erarbeiteten im Projekt ein Verfahren, um aus Floating-Car-Daten die Singalprogramme von Lichtsignalanlagen (Ampeln) abzuleiten. Die so gewonnen Informationen wurden von den Nachrichtentechnik-Experten der bmt in einer eigens spezifizierten TPEG Applikation (TPEG TSI – Traffic Signal Information) hybrid über Mobilfunk und Digital Audio Broadcasting (DAB+) übertragen. Im Fahrzeug angekommen, hat der Lehrstuhl für Ergonomie die Informationen dem Fahrer in einer für die Fahrsituation geeigneten Smartphone App präsentiert.

Das entwickelte Verfahren ist für eine weltweite Umsetzung besonders für festzeitgesteuerte Ampeln geeignet, da die Schaltzeiten aus unabhängig von der Infrastruktur erfassbaren Floating Car Daten prognostiziert werden können und ISO-Standardisierte Verfahren für die Kodierung und Übertragung eingesetzt werden. Hierbei unterstützt das TPEG Ökosystem von der Sende- bis zur Empfangsseite eine schnelle Markteinführung.

Das Projekt SAFARI



Abbildung 1 Projektlogo

Das Projekt SAFARI (Smartphonebasierte Schaltzeitprognose und Fahrerassistenz) ist ein von der Bayerischen Forschungsstiftung (BFS) gefördertes Forschungsprojekt.



Bayerische

Forschungsstiftung

Im Projekt wurde eine Ampelschaltzeitprognose und deren Übertragung und Anzeige auf einem Smartphone des Fahrers umgesetzt. Projektpartner waren neben der Bayerischen Medien Technik GmbH (bmt) die Schlothauer&Wauer GmbH und der Lehrstuhl für Ergonomie. Die Projektlaufzeit war von Mitte 2016 bis Anfang 2018.

SCHLOTHAUER & WAUER

Ingenieurgesellschaft für Straßenverkehr



Die Verkehrstechnik-Ingenieure von SCHLOTHAUER & WAUER GmbH (vormals TRANSVER) erarbeiteten im Projekt Verfahren um aus Floating-Car-Daten die Programmabläufe von Lichtzeichenanlagen (Ampeln) abzuleiten.



Die so gewonnenen Informationen wurden von den Nachrichtentechnik-Experten der bmt in einer eigens spezifizierten TPEG Applikation (TPEG TSI – Traffic Signal Information) hybrid über Mobilfunk und Digital Audio Broadcasting (DAB+) übertragen.

150 Jahre
culture of
excellence



Im Fahrzeug angekommen, hat der Lehrstuhl für Ergonomie die Informationen dem Fahrer in einer für die Fahrsituation geeigneten Smartphone App präsentiert.

Datenverarbeitung

In der vorgestellten Datenverarbeitung und -verwaltung wird basierend auf einer aufbereiteten digitalen Open Street Map (OSM) Karte, die Kreuzungsgeometrie definiert, die alle benötigten Informationen über die zugelassenen Fahrbeziehungen und die Positionen der entsprechenden Haltlinien beinhaltet. Die Kombination dieser Informationen mit den aus den Floating-Car-Data (FCD) generierten Trajektorien ermöglicht die Ermittlung der historischen Durchfahrtvorgänge. Mittels linearer Interpolation wird somit der genaue Zeitpunkt ermittelt, in dem jedes Fahrzeug über diese Kreuzung gefahren ist. Die Rekonstruktion der Signalprogramme beruht auf dem Prinzip der umlaufbasierten Verkehrssteuerung. Die zurückliegenden Zeiträume und Trajektorien werden basierend auf einem Referenzzeitpunkt und einer angenommenen Umlaufzeit überlagert. Bei wachsender Anzahl der Trajektorien bilden sich auf Grund der Faltung von Umläufen und Trajektorien Schätzwerte für die Umlaufzeit und die Freigabezeit aus. Die folgende Abbildung zeigt die überlagerten und zeitlich zugeordneten Trajektorien. Das angewendete Verfahren basiert auf der Dissertation von Steffen Axer, Estimating Traffic Signal States by Exploiting Sparse Low-Frequency Floating Car Data.

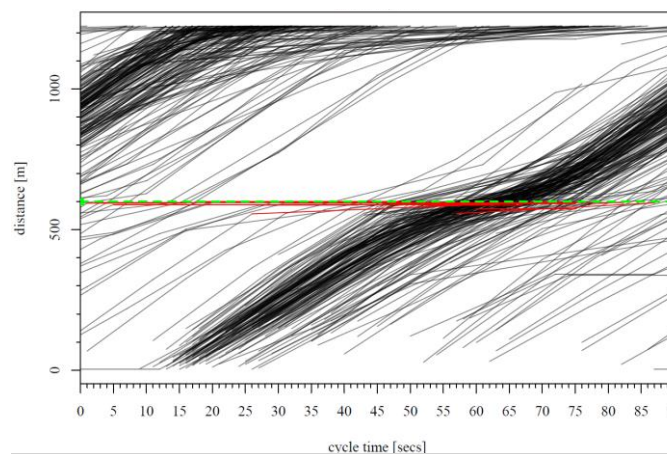


Abbildung 2: Beispiel von zeitlich überlagerten Trajektorien

Daraus ergibt sich eine Durchfahrtsverteilung, die als Grünwahrscheinlichkeitsverteilung innerhalb eines Umlaufs zu interpretieren ist. Genauer gesagt werden die Anfahrts- und Haltevorgänge der Fahrzeuge zu bestimmten Zeitpunkten innerhalb der Umlaufzeit ermittelt. Die errechneten Ergebnisse werden im TPEG TSI Format an die TPEG Sendestation weitergegeben und erreichen schlussendlich über DAB oder Mobilfunkdatenübertragen das Endgerät im Fahrzeug. Die unterstehende Skizze visualisiert das System und stellt die Verantwortlichkeiten klar.

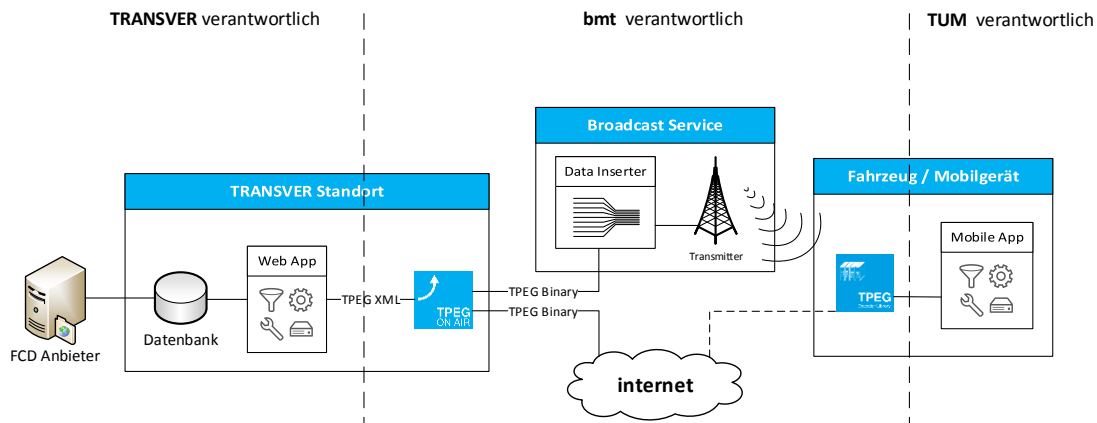


Abbildung 3 Systemskizze und Verantwortlichkeiten

Datenübertragung

Für die Datenmodellierung und Übertragung wurde im Projekt von Anfang an konsequent auf den Einsatz der standardisierten TPEG Technologie gesetzt. Vorteile sind die schnelle Umsetzung mit bewährten Werkzeugen und vielfältige Übertragungsmöglichkeiten, wie z.B. über Digitalen Rundfunk und Mobilfunk.

Das Datenmodell wurde in mehreren Iterationen entwickelt, implementiert und getestet. In Abbildung 9 (Ausschnitt UML Diagramm) sind die für die Anzeige relevanten Prognoseparameter, wie z.B. cycleLength und start/stopOfGreen erkennbar.

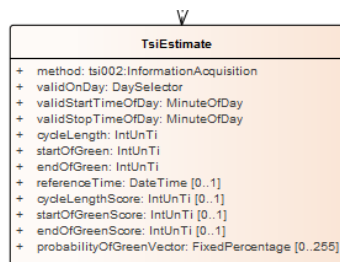


Abbildung 4: UML Diagramm TPEG2-TSI 4. Projektversion

Von der bmt wurden TPEG-Werkzeuge entlang der ganzen Übertragungskette für den Einsatz mit TSI-Daten erweitert und den Projektpartnern bereitgestellt. Der Einsatz der handelsüblichen Softwarebausteine TPEG ONAIR, TPEG Analyser, TPEG Editor und TPEG Decoder Library minimierte den für die Aussendung zu erbringenden Projektaufwand.

Besonders erwähnenswert ist die Umsetzung einer hybriden Anbindung (DAB+ und Mobilfunk) der Client-Applikation auf dem LG-Stylus 2 DAB+, einem handelsüblichen Android-Smartphone mit integriertem DAB+-Empfänger.

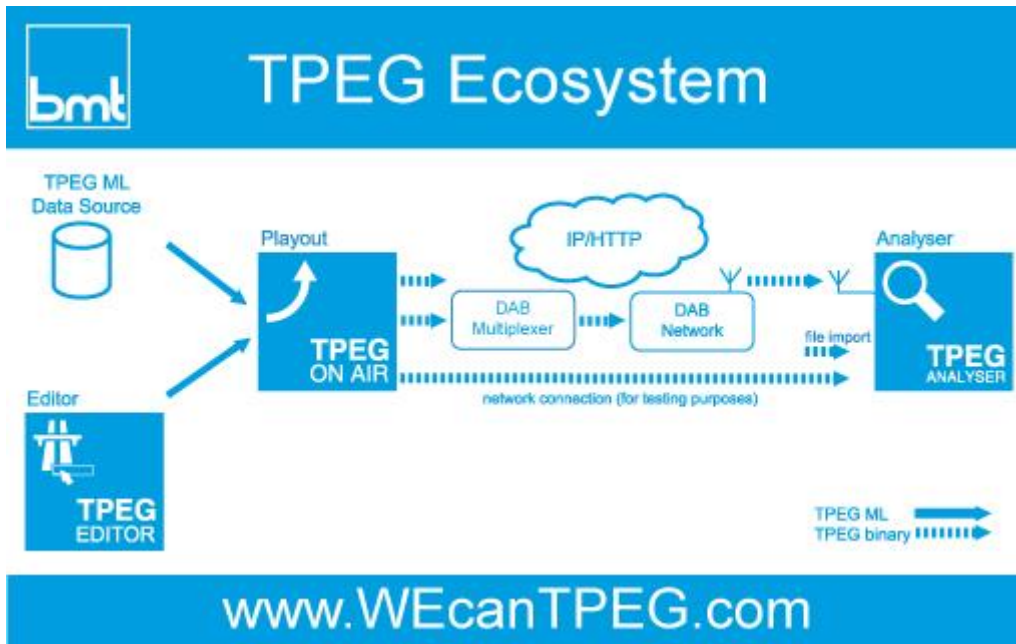


Abbildung 5: LG Stylus 2 DAB+ (Bild: LG)

Für den Endanwender ist dies eine automatische Verbesserung der Verfügbarkeit und eine Minimierung des Internetverkehrs unterwegs, da je nach Verfügbarkeit automatisch und völlig transparent für den Anwender der DAB-Empfang verwendet werden kann.

Die eigens für das Projekt modellierte TPEG-Applikation (TSI – Traffic Signal Information) wurde in den Standardisierungsprozess bei der TISA eingebracht und steht somit zur schnellen Markteinführung zur Verfügung.

Präsentation im Fahrzeug

Das Userinterfacekonzept der Smartphone Applikation orientiert sich an einem möglichst minimalistischen Design. Vorgegangenen Untersuchungen haben gezeigt, dass die Anforderungen international anerkannten Richtlinien zur Gestaltung von Human-Maschine-Interfaces (ESoP¹, NHTSA² und AAM³) im Fahrzeug erfüllt sind⁴.

Die App ruft sowohl die Infrastrukturdaten also auch die Schaltzeiten der Lichtsignalanlagen mittels der eingebundenen TPEG Decoder Library vom Server ab. Dazu werden zwei unterschiedlich Kommunikationskanäle, mobiles Internet und DAB bereitgestellt. Die Abfrage nach neueren Daten findet im Minutentakt statt, sodass die App immer die aktuellsten Daten verwendet und schnell auf mögliche Änderungen reagieren kann. Im Ausblick auf eine deutlich größeres Einsatzgebiet kann dadurch auch das Datenvolumen reguliert werden, indem nur die relevanten Daten abgerufen werden. Die Smartphone Applikation nutzt zur Positionsbestimmung das GPS Signal und wählt daraufhin die in Frage kommenden Kreuzungen dynamisch aus. Die Entfernung zur nächsten LSA wird den Nutzern auf dem Display ausgegeben.

Da es sich um ein Forschungsprojekt handelt, werden unter anderem die Positions-, Geschwindigkeits- und Zustandsdaten der App jedes Nutzers verschlüsselt an einen Server des Lehrstuhls gesendet. Anhand dieser Daten könnte das langfristige Nutzungsverhalten untersucht werden. Ebenfalls können diese Daten herangezogen werden um die Rekonstruktion der Prognosen zu optimieren.

Die für die App elementaren Interfaces sind der **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zu entnehmen. Die „Teppich“ Ansicht (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** a) ist eine lineare Geschwindigkeitsanzeige im Bereich von 0 km/h (am unteren Bildrand) bis 120 km/h (am oberen Bildrand). Das abgebildete Fahrzeug zeigt die aktuell gefahrene Geschwindigkeit auf dem Teppich an. Befindet sich das Fahrzeug (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** a) im grünen Bereich, so wird die nächste LSA bei Grün erreicht. Der grüne Bereich auf dem Teppich entspricht somit dem empfohlenen Geschwindigkeitsbereich. Limitiert werden diese Empfehlungen durch die jeweiligen vorherrschenden Geschwindigkeitsbegrenzungen. Bei Überschreitung der maximal erlaubten Höchstgeschwindigkeit um 10 km/h, wird den Nutzer/-innen ein entsprechendes Warnzeichen (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** b) eingeblendet. Die Anzeige, die **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** c darstellt, wird angezeigt, wenn für die nächste LSA keine

¹ ESoP, "COMMISSION RECOMMENDATION of 26 May 2008 on safe and efficient in-vehicle information and communication systems: update of the European Statement of Principles on human-machine interface (2008/653/EC)," *Off. J. Eur. Union*, 2008.

² National Highway Traffic Safety Administration and others, "Visual-manual NHTSA driver distraction guidelines for in-vehicle electronic devices," *Washington, DC Natl. Highw. Traffic Saf. Adm. (NHTSA), Dep. Transp.*, vol. 78, no. 81, 2013.

³ AAM, "Statement of Principles, Criteria and Verification Procedures on Driver Interactions with Advanced InVehicle Information and Communication Systems," *Alliance Automot. Manuf.*, 2006.

⁴ Krause, M., Fourati, W., & Bengler, K. (2016). Releasing a Traffic Light Assistance Application for Public Testing. In M. Kurosu (Ed.), *Human-Computer Interaction. Novel User Experiences: 18th International Conference, HCI International 2016, Toronto, ON, Canada, July 17-22, 2016*

sinnvolle Empfehlung ausgesprochen werden kann. Als sinnvolle Empfehlung wird für den oberen Grenzwert die aktuell erlaubte Höchstgeschwindigkeit herangezogen und 70 % davon definieren die untere Grenze. Bei Erreichen einer roten LSA wird ein Countdown bis zum Umschalten auf Grün angezeigt (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** d). Zur Vermeidung von Missbrauch (bspw. Rennstart, o. Ä.) blendet sich der Countdown in den letzten Sekunden vor dem Umschalten auf grün aus. Ebenfalls wird kurz vor dem Umschalten der LSA von rot auf grün ein spezieller Hinweis (Audicon) eingespielt, um den Fahrer/die Fahrerin auf den bevorstehenden Zustandswechsel vorzubereiten.



Abbildung 6: Displayanzeigen⁵

Kontaktinformation

SCHLOTHAUER & WAUER GmbH, Niederlassung München,
t.schendzielorz@schlothauer.de; www.schlothauer.de

Bayerische Medien Technik GmbH, martin.dreher@bmt-online.de; www.bmt-online.de
TUM Lehrstuhl für Ergonomie, o.winzer@tum.de; www.ergonomie.tum.de

⁵ Siehe 4