

Von der herkömmlichen Lichtsignalbeeinflussung zum V2X-basierten Ampelphasenassistenten

V2X – Vehicle-to-Everything-Kommunikation

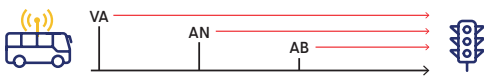


Wir ermöglichen den Einsatz von V2X

Die Vehicle-to-Everything-Technologie (V2X) ist ein zentrales Thema für den öffentlichen Personenverkehr. Viele Verkehrsunternehmen fragen sich, was sie mit dem Einsatz von V2X erreichen können und welche Funktionen sich zukünftig damit realisieren lassen. ebblo beschäftigt sich bereits seit einiger Zeit mit den Vorteilen und Möglichkeiten von V2X. Im ITCS-Umfeld hat die Implementation der Lichtsignalbeeinflussung über V2X (C-ITS Service TSP, «Traffic Signal Priority Request») die höchste Priorität.

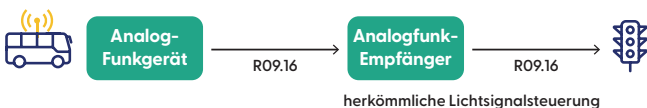
Ist-Situation

Die herkömmliche Lichtsignalbeeinflussung über Analog- oder Digitalfunk auf Basis der VDV-Schriften 420 und 426 beruht auf vorversorgten Meldepunktketten: Beim Überfahren eines Meldepunktes sendet das Fahrzeug ein R09.16-Telegramm, welches vom kreuzungsseitigen Funkempfänger an die Lichtsignalsteuerung übergeben wird.



Diese Telegramme stellen entweder eine Voranmeldung (VA), eine Anmeldung (AN) oder eine Abmeldung (AB) dar. Aufgrund der im Telegramm enthaltenen Informationen, darunter die Fahrplanabweichung und die Linie, bestimmt die Lichtsignalsteuerung, welche Priorität das Fahrzeug bekommt und welche Fahrspur freizuschalten ist.

Herkömmliche Lichtsignalbeeinflussung über Analogfunk



Die Versorgung von Meldepunktketten ist aufwändig und besitzt den Nachteil, dass der Leitstelle ein flexibles Disponieren der Fahrwege bei gleichzeitiger Priorisierung der Fahrzeuge verwehrt bleibt. Denn die Meldepunktketten schalten stets die geplante Fahrspur frei, auch wenn aufgrund einer Fahrwegdisposition eine andere Fahrspur die richtige ist. Aufgrund der fehlenden Rückmeldung bleibt das Fahrpersonal im Ungewissen darüber, ob die Priorisierung geklappt hat.

Umstrukturierung der Analogfunkfrequenzen

Per Ende 2028 werden in Deutschland die für die Lichtsignalbeeinflussung verwendeten Analogfunkfrequenzen neu strukturiert: Das Kanalraster wird von 20 kHz auf 12,5 kHz verringert und die zugeteilten Frequenzen werden teilweise in andere Frequenzbänder verschoben.

Als Folge davon müssen die Analogfunkgeräte (Sender in den Fahrzeugen, Empfänger an den Kreuzungen) umprogrammiert oder gar ersetzt werden. Diverse Kommunen haben sich dazu entschlossen, nicht mehr in diese aus den 80er-Jahren des vorigen Jahrhunderts stammende Technik zu investieren. Stattdessen planen sie einen Umstieg auf die moderne «Vehicle-to-Everything»-Technologie (V2X).

V2X ist nicht auf den öffentlichen Verkehr und Fahrzeuge der Blaulichtorganisationen beschränkt. Vielmehr werden bereits auch private Fahrzeuge damit ausgestattet, um untereinander und mit der Infrastruktur zu kommunizieren. Die Digitalisierung der Lichtsignalbeeinflussung wird damit zu einem Sprungbrett für weitere Anwendungsfälle, welche die V2X-Technologie ermöglicht.

Umstieg von Analogfunk auf V2X

Dieser technologische Quantensprung bietet viele Chancen, will aber sorgfältig geplant werden. Es gilt, über mehrere Jahre hinweg die alte und neue Technik parallel zu betreiben.

Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) empfiehlt in ihrer Handlungsempfehlung «Nutzung der C2X-basierten ÖV-Priorisierung an signalisierten Knotenpunkten (Kap. 3.3)» den Umstieg in zwei Stufen:

- **Stufe 1:** Priorisierung mittels «R09.16 verpackt in CAM»
- **Stufe 2:** Priorisierung mittels SRM/SSM (= «reines V2X»)

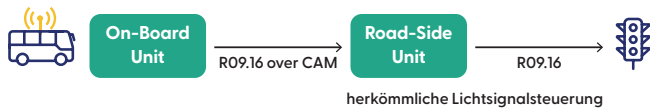
Die **Stufe 1 stellt eine Übergangslösung dar**, dank der die V2X-Funkstrecke (OBU im Fahrzeug, RSU an der Kreuzung) schnell ausgerollt werden kann, ohne dass die Kreuzungsrechner erneuert werden müssen. Der Rollout kann erfolgen, bevor die Umstrukturierung der Analogfunkfrequenzen wirksam wird.

Die **Stufe 2 ist der angestrebte Zustand**. Die Kreuzungsrechner sind umgerüstet und damit fit für V2X. Das volle Potenzial ist erschlossen. Die Umsetzung des Ampelphasenassistenten und weiterer intelligenter Funktionen kann nun erfolgen.

Stufe 1A: Übergangslösung

Wie von der BASt empfohlen, wird bei der Übergangslösung die Funkstrecke durch das Tandem OBU ↔ RSU ersetzt.

Lichtsignalbeeinflussung über V2X (Übergangslösung)

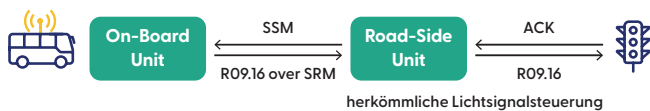


Nach wie vor sind Meldepunktketten zu versorgen und wie bisher erhält das Fahrpersonal keine Rückmeldung zur Priorisierung.

Stufe 1B: Übergangslösung «plus»

Im Rahmen der C-ROADS-Projekte in Deutschland wurde als Alternative zur CAM auch die Einbettung der R09.16-Telegramme in eine SRM getestet. Der Vorteil: Als Antwort steht die SSM zur Verfügung. Vor allem aber können SRM und SSM von Teilnehmer zu Teilnehmer weitergereicht werden, wodurch sich eine grössere Reichweite ergibt.

Lichtsignalbeeinflussung über V2X (Übergangslösung «plus»)

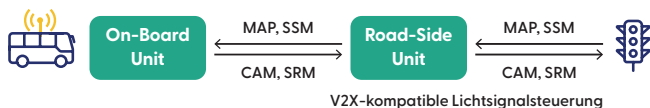


Auch diese Erweiterung der Stufe 1 um eine Rückmeldung beruht auf dem R09.16-Telegramm. Deshalb werden die versorgten Meldepunktketten noch immer benötigt.

Stufe 2A: Lichtsignalbeeinflussung mittels V2X

Wie bei der Stufe 1B erfolgt bei der Stufe 2A die Anforderung mittels SRM, jedoch ohne darin ein R09.16-Telegramm einzubetten. Ermöglicht wird dies durch eine V2X-taugliche Lichtsignalsteuerung, welche die MAP aussendet (= Layout der Kreuzung und deren Spuren). Die SRM bezieht sich auf diese Spuren, benötigt also keine Meldepunkte mehr.

Lichtsignalbeeinflussung mittels V2X



«Die Umstellung vom bekannten Meldepunktprinzip auf eine quasikontinuierliche Verfolgung eines ÖPNV-Fahrzeugs per V2X und Aussenden von SREM in Zu- und Abfahrt auf einen LSA-Knoten erfordert ein Umdenken bei den Verkehrsingenieuren und die Erweiterung bestehender bzw. die Entwicklung neuer Steuerungsverfahren», schreibt die BASt im Kapitel 3.3 ihrer Handlungsempfehlung.

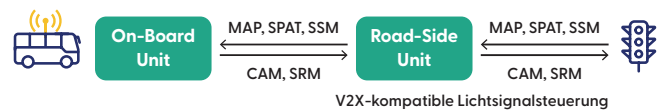
Das Verkehrsunternehmen kann sich nun die aufwändige und mühsame Versorgung der Meldepunktketten sparen und gewinnt an Flexibilität beim Disponieren, da die Fahrwege nicht mehr statisch im Kreuzungsrechner hinterlegt sind.

Aus Sicht der Verkehrsingenieure besteht die Chance darin, dass keine wertvolle Grünphase mehr verschenkt wird, indem die Fahrzeuge permanent getrackt werden.

Stufe 2B: Ampelphasenassistenz mittels V2X

Nicht nur die SRM basiert auf der MAP, sondern auch die SPAT. Damit erhält der Bordrechner die Information, wann das Signal von Rot auf Grün wechselt bzw. wie lange die Grünphase noch dauert.

Lichtsignalbeeinflussung und Ampelphasenassistenz mittels V2X

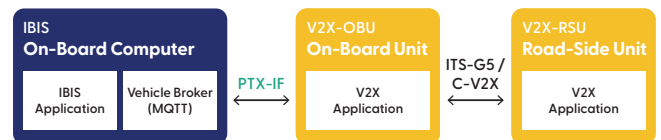


Diese Information gibt die OBU an den Bordrechner weiter, der daraus Fahrempfehlungen für das Fahrpersonal (GLOSA, Green Light Optimal Speed Advisory) ableitet und auf dem Fahrerterminal darstellt. Damit lassen sich – zum Vorteil des Verkehrsunternehmens – die beiden folgenden Anwendungsfälle realisieren:

1. Energie-optimierte Anfahrt zur Kreuzung
2. Zeit-optimierte Wegfahrt von der Haltestelle

Offene Schnittstelle

Die offene Schnittstelle PTX (Public Transport to Everything) zwischen dem ebblo-Bordrechner und der V2X-OBU ermöglicht dem Verkehrsunternehmen die Wahlfreiheit hinsichtlich der eingesetzten Geräte.



Für aktuelle Projekte werden OBUs der Firmen Yunex und Herman eingesetzt.

Fazit

V2X erfordert ein Zusammenspiel zwischen der Kommune, die für die Umrüstung der Lichtsignalanlagen zuständig ist, und dem Verkehrsunternehmen, das sich um die Umrüstung der Fahrzeuge kümmert. Dieser gemeinsame Aufwand lohnt sich, denn basierend auf der V2X-Technologie lassen sich noch viele weitere interessante Anwendungen realisieren.

Glossar

BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen in Deutschland (ASTRA wäre das Schweizer Pendant)	R09.16	Record 09 (16-Byte-Version): Ursprünglich in der VDV-Schrift 420 definiertes Telegramm (es existiert eine Vielzahl an Varianten), das für die herkömmliche Lichtsignalbeeinflussung über Analog- oder Digitalfunk verwendet wird
CAM	Cooperative Awareness Message: V2X-Meldung zu Fahrzeugtyp, Standort, Fahrtrichtung und Geschwindigkeit, mit der das Fahrzeug auf seine Präsenz und Absicht aufmerksam macht (kann als Übergangslösung ein R09.16-Telegramm transportieren)	RSU	Road-Side Unit: V2X-Gerät an der Kreuzung, das mit der OBU im Fahrzeug kommuniziert und mit dem Kreuzungsrechner verbunden ist (wenn auch im Allgemeinen nicht auf Kreuzungsrechner beschränkt)
C-V2X	Cellular V2X: 3GPP-Standard für die V2X-Kommunikation basierend auf zellulärer Technologie	SPAT	Signal Phase and Timing Message: V2X-Meldung (bezieht sich auf MAP), welche die sich nähernden Fahrzeuge zu jeder Signalgruppe einer Kreuzung über die aktuelle Phase und die Prognosen für die nächsten Phasen informiert
GLOSA	Green Light Optimal Speed Advisory: C-ITS-Service zur Prognose von Ampelphasen und zur Weitergabe entsprechender Informationen an das Fahrpersonal – inklusive darauf basierender Fahrempfehlungen (Ampelphasenassistent)	SRM	Signal Request Message: V2X-Meldung (bezieht sich auf MAP), mit welcher das Fahrzeug seine Priorisierung anfordert (kann als Übergangslösung ein R09.16-Telegramm transportieren)
ITS-G5	Intelligent Transport Systems G5: ETSI-Standard für die V2X-Kommunikation basierend auf IEEE 802.11p, daher auch als «WIFI-p» bekannt	SSM	Signal Status Message: V2X-Meldung (bezieht sich auf SRM), mit welcher der Verkehrsrechner dem Fahrzeug den Status seiner Priorisierung mitteilt
MAP	Map Message: V2X-Meldung, welche die sich nähernden Fahrzeuge über das Layout der Kreuzung mit ihren Fahrspuren, Verbindungen und Signalgruppen informiert	TSP	Traffic Signal Priority Request: C-ITS Service zur Prioritätsanforderung an Lichtsignalanlagen
OBU	On-Board Unit: V2X-Gerät im Fahrzeug, das mit der RSU an der Strecke kommuniziert und mit dem Bordrechner verbunden ist	V2X	Vehicle-to-Everything Communication: neue Art der digitalen Kommunikation, die entweder auf «C-V2X» oder auf «ITS-G5» basiert
PTX	Public Transport to Everything: MQTT-basierte, offene Schnittstelle zwischen Bordrechner und V2X-OBU		

Über uns

ebblo unterstützt Verkehrsunternehmen dabei, selbstbewusst in die Zukunft zu blicken. Unsere fortschrittlichen Intelligent Transport Control Systems (ITCS) passen sich der Entwicklung der Mobilität an – dank zukunftssicherer Technologien und jahrzehntelanger Erfahrung. Wir liefern robuste, erstklassige Lösungen, skalierbare Plattformen und Architekturen der nächsten Generation – damit gewährleisten wir Flexibilität, Kontrolle und Sicherheit. Unsere Lösungen optimieren den Betrieb, erhöhen die Genauigkeit und ermöglichen saubere, schnelle, besser zugängliche und barrierefreie Verkehrsnetze – damit der öffentliche Nahverkehr zur ersten Wahl wird. Mit bewährter Zuverlässigkeit und wegweisender Innovation ist ebblo Ihr kompetenter Partner für die Zukunft.

ebblo gehört zu Modaxo, dem globalen Zusammenschluss von Technologieunternehmen im Bereich Personenverkehr der Constellation Software Inc. (TSX: CSU).

Bereit für den nächsten Schritt?

Optimieren Sie Ihren öffentlichen Nahverkehr mit flexiblen Lösungen für eine Zukunft im Wandel.

Sprechen Sie uns an.

info@ebblo.com

Schweiz +41 58 911 11 11

Deutschland +49 30 34 06 02 70

UK +44 808 281 1039

Polen +48 71 715 83 00