



# Hamburger Hochbahn AG

V2X optimiert Lichtsignalbeeinflussung bei der HOCHBAHN



Mit der Vehicle-to-Everything-Technologie (V2X) beginnt im öffentlichen Nahverkehr eine neue Ära für die Lichtsignalbeeinflussung: V2X steigert die Effizienz, senkt den Energieverbrauch und erhöht den Fahrgastkomfort. Fahrzeuge kommunizieren direkt mit der Infrastruktur – in Echtzeit, bidirektional und intelligent. Die Hamburger Hochbahn hat das Innovationspotential von V2X erkannt und als eines der ersten großen Verkehrsunternehmen in Deutschland ein Pilotprojekt zur Einführung von V2X umgesetzt – im Rahmen des Förderprojekts «ITS-CUBE».

## Ausgangssituation und Motivation

Die klassische Lichtsignalbeeinflussung im ÖPNV basierte bislang auf Funktelegrammen über Analog- oder Digitalfunk anhand von fixen Meldepunkten gemäß VDV-Schrift 420/426. Dieses System war aufwändig in der Einrichtung und unflexibel bei spontanen Fahrwegänderungen. Darüber hinaus bot es dem Fahrpersonal keine Rückmeldung zur erfolgreichen Priorisierung.

Hinzu kommt, dass die zugrundeliegenden Analogfunkfrequenzen in Deutschland bis spätestens 2028 neu strukturiert werden – eine langfristige Nutzung ist somit nicht mehr möglich ohne Investitionen. Funkgeräte (Sender in den Fahrzeugen, Empfänger an den Kreuzungen) müssen umprogrammiert oder gar ersetzt werden. Auch aus betrieblicher Sicht ergaben sich Nachteile, etwa durch vorzeitige Türschließungen oder unnötige Energieverluste beim häufigen Anfahren aufgrund fehlender Rückmeldung der Ampelphasen.

Angesichts der möglichen Vorteile durch einen Einsatz von V2X entschied sich die Hamburger Hochbahn frühzeitig, diese Technologie gemeinsam mit ebblo und dem Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer (LBSG) zu testen, um anschließend den Umstieg auf die V2X-Technologie zu planen.



(Bild: HOCHBAHN)

## Was ist V2X?

V2X (Vehicle-to-Everything) ist eine digitale Kommunikationstechnologie, bei der Fahrzeuge direkt mit Ampeln, Verkehrsinfrastruktur und anderen Fahrzeugen kommunizieren. Sie ermöglicht Echtzeitinformationen über Priorisierungen, Ampelphasen und Verkehrslage – und ersetzt damit analoge Systeme mit festen Meldepunkten. Im ÖPNV sorgt V2X für mehr Effizienz, Flexibilität, Energieeinsparung und besseren Fahrgastkomfort.

### So funktioniert die intelligente Steuerung mit V2X:

#### 1. Kommunikation mit der Ampel (SRM/SSM):

Das Fahrzeug erkennt automatisch, wie die Kreuzung aufgebaut ist, und sendet eine digitale Anfrage zur Bevorrechtigung. Die Ampel antwortet darauf, ob die Anfrage erfolgreich war – und passt sich bei Bedarf flexibel an, z. B. bei Verzögerung oder Umleitung.

#### 2. Ampelphasenassistent (GLOSA):

Das Fahrzeug erhält zusätzlich Informationen über die aktuelle Ampelphase und deren Wechsel. So kann das Fahrpersonal seine Geschwindigkeit optimal anpassen – etwa um bei Grün durchzufahren oder Fahrgäste nicht zu früh an Haltestellen zurückzulassen.

#### 3. Übergangslösung für bestehende Systeme:

Auch ältere Ampelanlagen können angebunden werden. Die Auslösung erfolgt weiterhin über das bewährte Meldepunktverfahren wie beim Analogfunk, jedoch erfolgt die Kommunikation bereits digital. So gelingt der schrittweise Umstieg – ohne Unterbrechung des laufenden Betriebs.

## Lösungsansatz: V2X in Theorie und Praxis

V2X ermöglicht eine kooperative Kommunikation zwischen Fahrzeugen und Infrastrukturelementen wie Ampelanlagen. Die Datenübertragung erfolgt über standardisierte V2X-Nachrichten, die jeweils unterschiedliche Funktionen erfüllen:

- **SRM (Signal Request Message):**  
Das Fahrzeug fordert digital eine Priorisierung an.
- **SSM (Signal Status Message):**  
Die Anlage meldet zurück, ob die Anforderung angenommen oder abgelehnt wurde.
- **SPAT (Signal Phase and Timing):**  
Echtzeitinformation über aktuelle und kommende Ampelphasen.
- **MAP (Map Message):**  
Detaillierte Beschreibung des Kreuzungslayouts.

Das System nutzt dafür moderne Fahrzeugtechnik (On-Board-Unit, Navigation Assistant) sowie V2X-fähige Infrastrukturelemente (RSU an Kreuzungen).

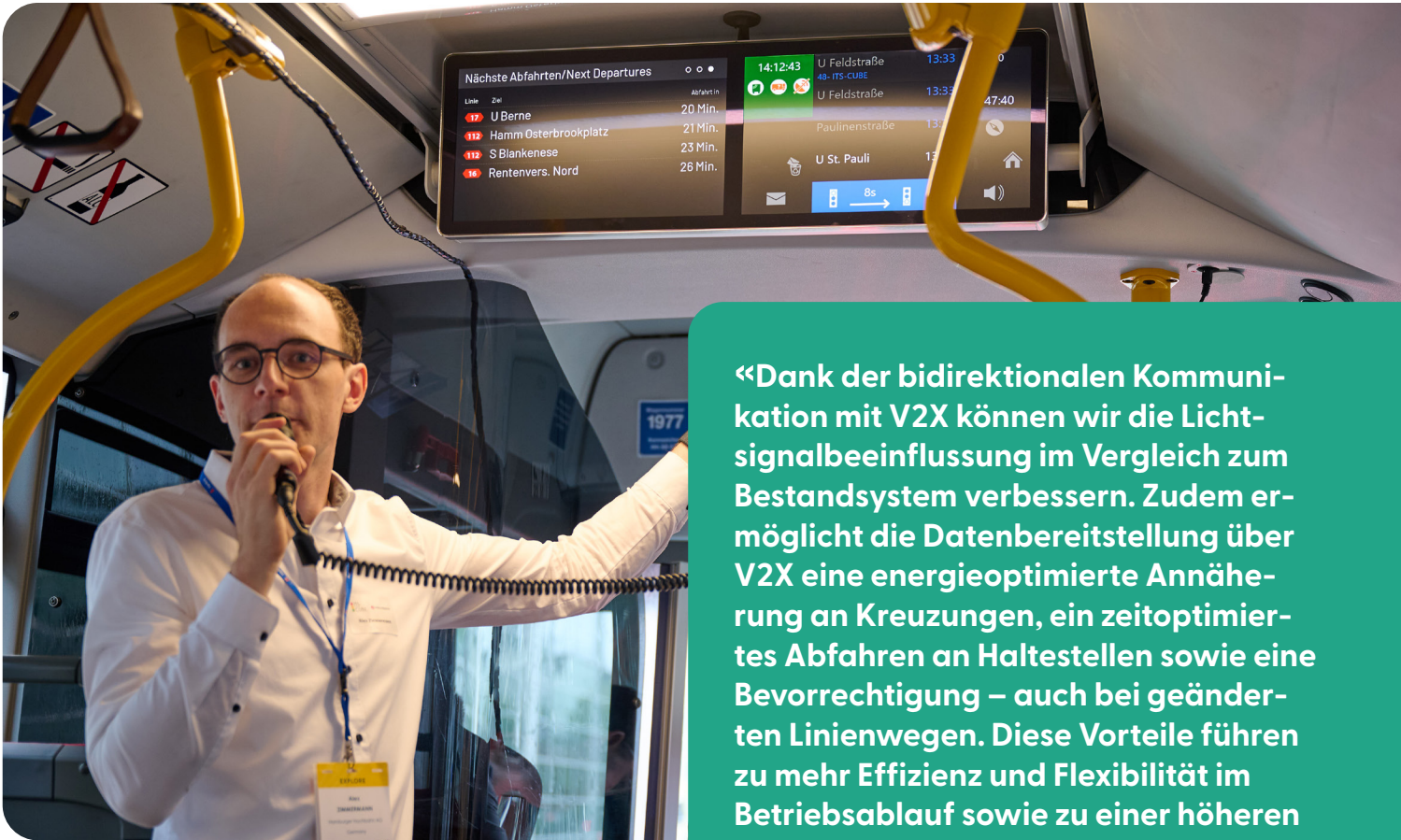


Bild: ebblo / V2X im Live-Betrieb beim Technical Visit am UITP Summit 2025

«Dank der bidirektionalen Kommunikation mit V2X können wir die Lichtsignalbeeinflussung im Vergleich zum Bestandsystem verbessern. Zudem ermöglicht die Datenbereitstellung über V2X eine energieoptimierte Annäherung an Kreuzungen, ein zeitoptimiertes Abfahren an Haltestellen sowie eine Bevorrechtigung – auch bei geänderten Linienwegen. Diese Vorteile führen zu mehr Effizienz und Flexibilität im Betriebsablauf sowie zu einer höheren Zufriedenheit bei unseren Fahrgästen.»

Alex Zimmermann,  
Planungsingenieur | Systemkonzepte &  
Data Analytics, Hamburger Hochbahn

Für Bestandsinfrastruktur bietet ebblo zusätzlich eine **Übergangslösung**: Neben dem Aussenden über den herkömmlichen Weg (Analog-/Digitalfunk) wird das R09.16-Telegramm auch in eine CAM Message eingebettet (oder in eine SREM bzw. SRM). Damit ist ein unterbrechungsfreier Übergang möglich – ohne sofortige Anpassung aller Kreuzungsrechner.

## Zentrale Funktionen im Pilotbetrieb

- **Traffic Signal Priority (TSP):**  
Dynamische Bevorrechtigung von Bussen an Kreuzungen, auch bei Umleitungen oder Dispositionen
- **Ampelphasenassistent (GLOSA):**  
Anzeigen der Restzeit bis zum Phasenwechsel zur optimalen Nutzung der Grünphase
- **Energieoptimierte Anfahrt und zeitoptimierte Abfahrt:**  
Unterstützung des Fahrpersonals durch Fahrempfehlungen basierend auf Phaseninformationen

## Technischer Rahmen

- MQTT-basierte Schnittstelle zwischen der V2X-On-Board-Unit (OBU) und dem ebblo-Bordrechner IDR-f2
- Echtzeitdaten zu Ampelphasen und Kreuzungslayouts über V2X
- Visualisierung der Informationen auf dem Fahrerterminal

## Pilotphase in Hamburg: Umsetzung und Live-Vorstellung

Im Februar 2025 wurde das Projekt offiziell gestartet. Ziel war die vollständige Integration der V2X-Schnittstelle in die bestehende Systemlandschaft der Hochbahn, inklusive Präsentation im Rahmen des **UITP Summits im Juni 2025**.

Am «Technical Visit» unter dem Motto «**Transition to C-ITS Prioritisation in Public Transport**» konnten die Teilnehmer die Vorteile von V2X live erleben.

## Ein System mit spürbarem Mehrwert – Vorteile für Verkehrsunternehmen

Die Einführung von V2X bringt konkrete, messbare Vorteile auf mehreren Ebenen – für den Betrieb, die Fahrgäste und die strategische Weiterentwicklung des Verkehrsunternehmens:

## CASE STUDY

### Das Unternehmen Hamburger Hochbahn AG

Die Hamburger Hochbahn AG ist das größte Verkehrsunternehmen in Hamburg. Sie beschäftigt über 6 900 Mitarbeitende und befördert jährlich rund 551 Millionen Fahrgäste in U-Bahnen und Bussen. Das Verkehrsnetz umfasst vier U-Bahn-Linien mit einer Streckenlänge von 105,8 Kilometern sowie 119 Buslinien mit einer Streckenlänge von rund 1000 Kilometern. Die Hamburger Hochbahn AG investiert hohe Summen in den Ausbau von Infrastruktur und Fahrzeugflotte.



#### Betriebliche Flexibilität und Optimierung:

- Bevorzugung der Busse an Lichtsignalanlagen auch bei spontanen Umleitungen oder Kurzwenden.
- Echtzeit-Rückmeldung zur Ampelbeeinflussung erhöht die Handlungssicherheit für das Fahrpersonal.
- Reduzierter Kommunikationsaufwand dank standardisierter MQTT-Schnittstelle PTX zwischen OBU und Bordrechner.
- Nahtlose Integration in bestehende ITCS-Systeme wie LIO von ebblo.

#### Energie- und Kosteneinsparung:

- Erfahrungen der Dresdner Verkehrsbetriebe haben bereits gezeigt: Durch GLOSA sind bis zu 30% Energieeinsparung möglich.
- Weniger Brems- und Anfahrvorgänge führen zu reduziertem Verschleiß.

#### Verbesserter Fahrgastkomfort:

- Türfreigabe kann länger aktiv bleiben, was das Zustiegen erleichtert – besonders an Haltestellen vor Kreuzungen.
- Pünktlichere Abfahrten dank «just-in-time»-Start zur Grünphase.
- Weniger Fahrzeitunterbrechungen sorgen für einen ruhigeren Fahrtfluss.

#### Zukunftssicherheit und Investitionsschutz:

- System basiert auf standardisierten V2X-Komponenten und ist offen für zukünftige Funktionserweiterungen.
- Hohe IT-Sicherheit durch authentifizierte Kommunikation – Schutz vor Manipulation.
- Offene Schnittstellen ermöglichen den Einsatz verschiedener Herstellerlösungen.

### Fazit und Ausblick

Die Hamburger Hochbahn zeigt mit ihrem erfolgreichen V2X-Pilotprojekt, wie moderne Technologie konkret zur Effizienzsteigerung und Nachhaltigkeit im ÖPNV beitragen kann. Die Vorteile sind belegbar, die Integration ist praxiserprobt. Für Verkehrsunternehmen in Deutschland und im DACH-Raum bietet sich nun die Chance, auf diesen technologischen Standard umzusteigen – mit einem verlässlichen Partner, offener Schnittstelle und konkretem Erfahrungswissen.

Änderungen vorbehalten | Stand April 2026 | #891041



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

ebblo.com