

«SmartShuttle Sion 2.0»

Projektzwischenbericht

01.April – 30.September 2018

Bundesamt für Strassen (ASTRA)



2019 / Neue Mobilitätskonzepte
www.smartshuttle.ch



PostAuto 
Die gelbe Klasse.

Inhaltsverzeichnis

1. Betriebsdaten

- Übersicht Sion 2.0
- Dashboard «SmartShuttle Sion»
- Kennzahlen Sion
- Ereignisse und wichtige Meilensteine
- Erläuterung

2. Technologie

Infrastrukturanpassung V2X

- Einleitung
- Erläuterung der verwendeten Systeme und deren Installation
- Technische Limitation des Systems
- Fazit

2. F&E Aktivitäten

- Thema Interaktion Mensch – Maschine (HMI)
- Thema Sensortechnologie

3. Ausblick

- Testareal Stöckacker
- Sion 2019

Einführung

Zwischenbericht «SmartShuttle»

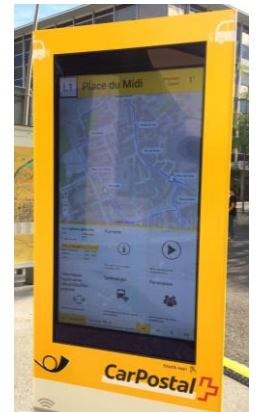
Einleitung

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse und Erkenntnisse aus dem Shuttle Betrieb in Sion zusammen. Er enthält Angaben zum Betrieb und behandelt technische Erneuerungen auf dem Gebiet von automatisierten Fahrzeugen im öffentlichen Verkehr. Der Zwischenbericht wird in einem halbjährlichen Intervall an das Bundesamt für Strassen (ASTRA) kommuniziert. Eine Ausführliche Beschreibung der Erfahrungen und detaillierte Erläuterungen über die eingesetzten Technologien, können im «*Technischer Bericht zum Pilotprojekt «SmartShuttle Sion» für das ASTRA¹*» entnommen werden.

Ausgangslage

Die PostAuto AG startete am 23. Juni 2016 in Sion im Kanton Wallis den ersten frei zugänglichen automatisierten Personentransport auf öffentlichen Strassen. PostAuto lancierte den Pilotbetrieb «SmartShuttle Sion» mit der Absicht, neue Erkenntnisse im Bereich der automatisierten Mobilität zu gewinnen. Die folgende Grafik zeigt eine Übersicht der Komponenten des SmartShuttle-Systems.

Als Passagierinformationssystem dient die App mit Namen SmartShuttle, die Internetseite mit der Adresse www.smartshuttle.ch und eine digitale Haltestelle.



1.) www.astra.admin.ch

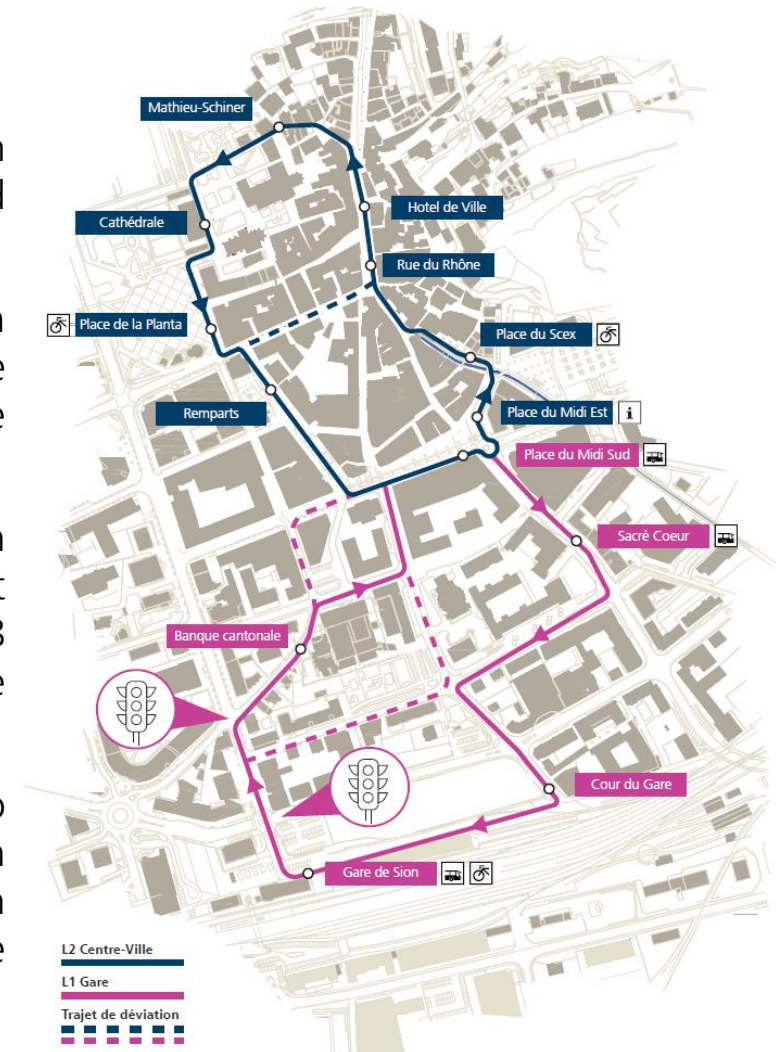
1. Betriebsdaten

1. Betriebsdaten

Übersicht der laufenden Aktivitäten

Aktivitäten:

- Seit September 2018 dürfen wir den **neuen Betriebsleiter** François Comby im Team Smartshuttle begrüßen. Herr Comby leitet das Team von Begleitpersonen und Teleoperator vor Ort in Sion.
- Streckenerneuerung und **Umfahrung Bahnhof**. Aufgrund von geplanten Bauarbeiten im Bereich des Bahnhofareals (www.courdegare.ch), ist ab Januar 2019 die Strasse «Cour de Gare» für den öffentlichen Verkehr gesperrt. Die Vorbereitungen für die Umfahrung laufen und werden in den nächsten Monaten kommuniziert.
- Im Zuge der kontinuierlichen Weiterentwicklung, wird die Strecke in Sion in regelmässigen Zeitintervallen kartographiert, um Veränderungen der Umwelt aufzuzeichnen, um so eine möglichst **aktuelle Karte** der Strecke zu haben. Seit 2018 setzt der Fahrzughersteller Navya auf die sogenannte 3D-Kartographierung welche die Umgebung noch genauer abbilden kann.
- In der Betriebsorganisation in Sion wurden bestehende **Prozesse** analysiert und wo notwendige einzelne Anpassungen durchgeführt. Die Überarbeitung wurden in Abstimmung mit dem bestehenden Prozessmodell von PostAuto gemacht. So wurden einzelne Aufgaben von Mitarbeiter erweitert. Neu wurde auch eine obligatorische **Sicherheitsausbildung** «Sicherheit am Arbeitsplatz» für das Begleitpersonal eingeführt.



1. Betriebsdaten

Dashboard «SmartShuttle Sion» 23.06.2016 – 30.09.2018



Die Shuttle haben
42'101 Fahrgäste
transportiert



80% der manuellen Eingriffe
der Sicherheitsfahrer waren
**wegen falsch parkierter
Autos.**



Die Shuttle fahren
durchschnittlich **7.7 km/h**



Die Shuttles sind **15'521
km** gefahren



Die Shuttles sind in Sion
während rund **6153
Stunden** gefahren.



Die Shuttle werden von
**Fachbesuchern aus aller
Welt** besucht

«In zwei Jahren und drei Monaten
haben die «SmartShuttle» in Sion
knapp 42'101 Personen transportiert»

Zeitraum vom 23. Juni 2016 bis 30. September 2018

1. Betriebsdaten

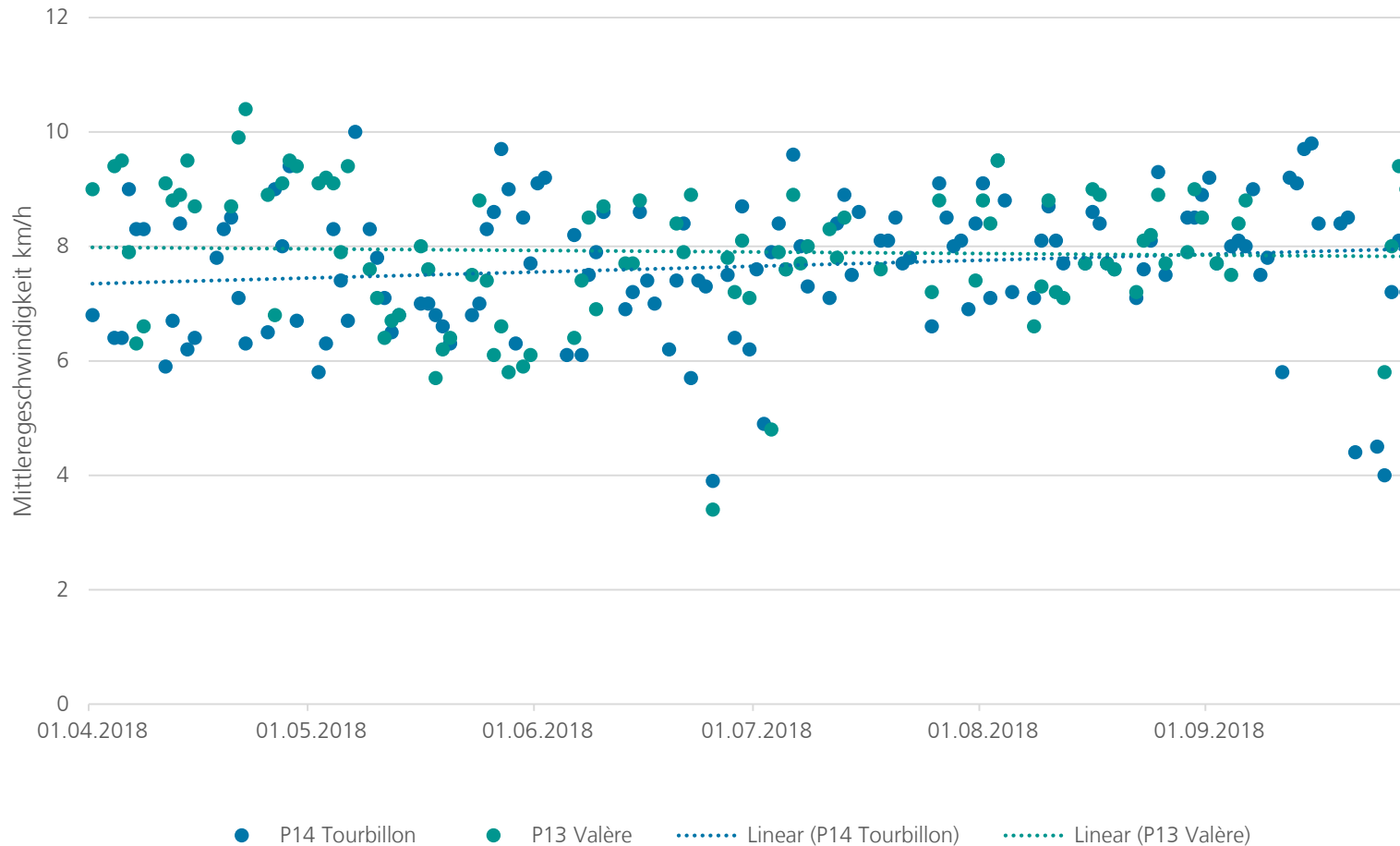
Kennzahlen Sion April – September 2018

	Valère (P13)	Tourbillon (P14)	Sion Total
Beginn	01.04.2018	01.04.2018	01.04.2018
Ende	30.09.2018	30.09.2018	30.09.2018
Fahrgäste	4'099	3'466	7'565
Distanz [km]	2'983	2'848	5'831
Kalendertage [d]	183	183	183
Geplante Einsätze [d]	131	131	131
Effektive Einsätze [d]	115	99	124
Verfügbarkeit ¹ [%]	87	75	94

¹Die Verfügbarkeit bezieht sich auf das Gesamtsystem «SmartShuttle» welches aus zwei Fahrzeugen besteht.

1. Betriebsdaten

Mittlere Fahrgeschwindigkeit



- Bei P14 zeigt sich eine leichte Erhöhung der mittleren Geschwindigkeit während der ausgewerteten Periode.
- Bei P13 konnte keine nennenswerte Veränderung der Geschwindigkeit verzeichnet werden.

1. Betriebsdaten

Ereignisse und wichtige Meilensteine aus dem Betrieb

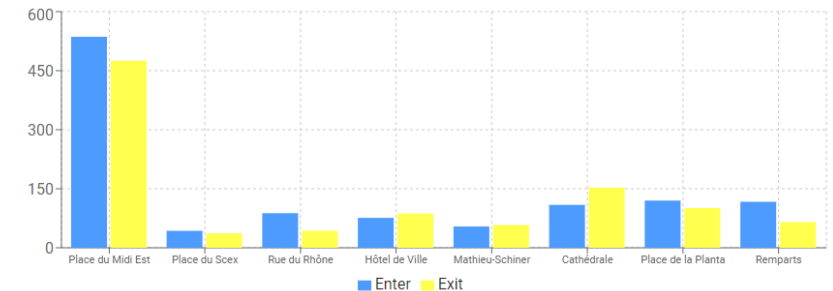
26.04.2018	Leichter Parkschaden an P14, verursacht durch Fremdeinwirkung
Mai	Vermehrt Probleme mit der Klimaanlage bei P13 zu verzeichnen
25.05.2018	LIDAR Fehler bei P14 -> Fahrzeug musste kurzzeitig ausser Betrieb genommen werden
16.06.2018	GNSS Verbindungsprobleme führten zu temporärem Grounding von P14
19.06.2018	Ausbildung neuer Begleitpersonen in Sion
September	Häufige Batterieprobleme bei P13 verursacht durch fehlerhaften Laderegler
13.07.2018	Technische Probleme verursacht durch fehlerhafte GNSS-Kommunikation: P14 temporär nicht im Einsatz
03.08.2018	Technische Störung von P14 -> Musste abgeschleppt werden
15.08.2018	40'000 Passagiere wurden von den beiden Smartshuttle transportiert
Q3	Diverse Probleme mit Lidar und Odometrie -> Konnte durch Austausch repariert werden
31.08 – 07.09.18	LIHGA Demoevent in Liechtenstein
09.09.2018	Vorfall mit aggressivem Fahrgastverhalten
15.09.2018	Probleme mit manueller Steuerung -> Austausch Joystick Lieferant konnte den Fehler beheben
20.09.2018	Unfall Place de la gare -> Grounding bis 26.09.2018 -> Siehe detaillierter Unfallbericht
27.09.2018	Marketingaktion am Bahnhof für Pendler

Betriebsdaten

Erläuterung

Passagierzahlen

Im Zeitraum zwischen April und September 2018 konnten 7'500 Fahrgäste transportiert werden. Speziell in den Sommermonaten wird das Angebot gerne von Touristen genutzt. Seit Projektbeginn wird die Zählung der Passagiere mit einem Handzähler durchgeführt. Um eine Aussage über den Personenfluss machen zu können, wurde zu Testzwecken während rund zwei Monaten eine alternative Methode verwendet. Mithilfe einer Eigenentwicklung eines Passagierzählers konnten zusätzlich zu den Passagierzahlen auch Aussagen über deren Ein- und Ausstiegsort gemacht werden. Bei jedem Zu- und Aussteigen wurde das GPS-Signal aufgezeichnet, um ein Bewegungsmuster zu erstellen (siehe Grafik).



Verfügbarkeit:

Die Verfügbarkeit der beiden Shuttle ist im Vergleich zu vergangenen Zeiträumen rückläufig. Es zeigen sich erste Abnutzungerscheinungen an den Fahrzeugen, was zu vermehrten Störungen führte. Es zeigt sich auch, dass vermehrt Störungen, die nicht im Zusammenhang mit dem automatisierten fahren stehen. So sind z.B. Probleme mit den Türen aufgetreten. Eine spätere Analyse hat gezeigt, dass der installierte Türsensor (Endschalter) defekt war. Auch sind aufgrund der noch ausbaufähigen prädiktiven Instandhaltung seitens des Fahrzeugherstellers, des Öfteren Ausfälle der Fahrzeuge zu beklagen.

Flottenüberwachung

Zur Überwachung und Steuerung setzt PostAuto im Betrieb in Sitten die Flottenmanagement-Software von BestMile ein. Diese ermöglicht es dem Teleoperator, in der Betriebszentrale die Position der Fahrzeuge auf der Route zu sehen oder Betriebsdaten wie Ladestand und zurückgelegte Distanz anzuzeigen. Die Dispositionsfunktion welche es ermöglicht, Fahraufträge zu versenden, konnte aufgrund fehlenden Schnittstellen nicht erprobt werden. Des Weiteren müssen vermehrt Unterbrüche bei der Videoübertragung beklagt werden.

2. Technologie

Infrastrukturanpassung V2X

*/

Alle Erneuerungen und Anpassungen werden zuerst in Bern auf dem Testareal «Stöckacker» der PostAuto AG geprüft, bevor die Systeme «live» in den Betrieb in Sion implementiert werden. Nach einer ausgiebigen Testphase der auf dem Testareal installierten Lichtsignalanlage (LSA), wurde die Installation seitens des Betreibers bewilligt und als sicher eingestuft.

*/

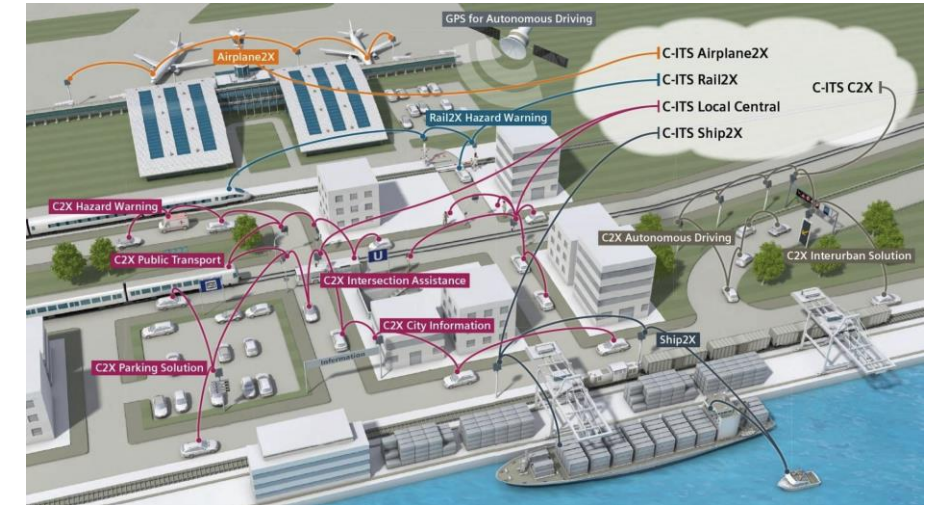
Automatisiertes Fahren bedeutet auch vernetztes Fahren

Einleitung

Vehicle-to-everything (V2X) ist eine elektronische Kommunikationsmöglichkeit, um Informationen zwischen einem Fahrzeug zu jeder beliebigen Einheit auszutauschen. V2X wird in spezifischere Unterkategorien aufgeteilt:

- V2I (Vehicle-to-infrastructure)
- V2N (Vehicle-to-network)
- V2V (Vehicle-to-vehicle)
- Weitere siehe Abbildung

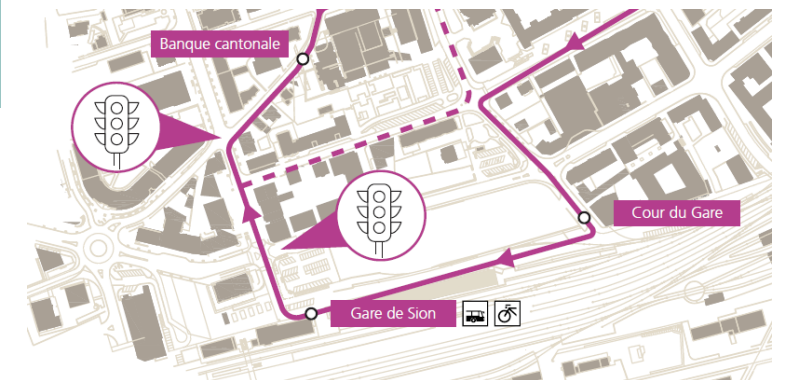
Diese Kommunikationstechnologie ermöglicht es, Informationen und Warnungen zwischen zwei oder mehreren Parteien (Fahrzeuge, Shuttle, LSA, etc.) in Echtzeit zu senden und zu empfangen.



Quelle: www.Siemens.com

Im Vordergrund stehen bei dieser Technologie die Erhöhung der Verkehrssicherheit, Steigerung der Effizienz im Strassenverkehr und Energieeinsparungen.

Bezug PostAuto Sion: Im April 2018 wurden in Zusammenarbeit mit Siemens Mobility AG zwei bestehende Lichtsignalanlagen in Sion im Kanton Wallis umgebaut (Standort siehe Karte). Mit dem Einsatz der V2X Kommunikation, kann der Status der Ampel an die beiden Nava Arma Shuttle übertragen werden.



Standort der LSA:
1 Avenue de la Gare / Avenue de Tourbillon
2 Avenue de la Gare / Rue des Creusets

V2X Kommunikation Shuttle – Lichtsignalanlage

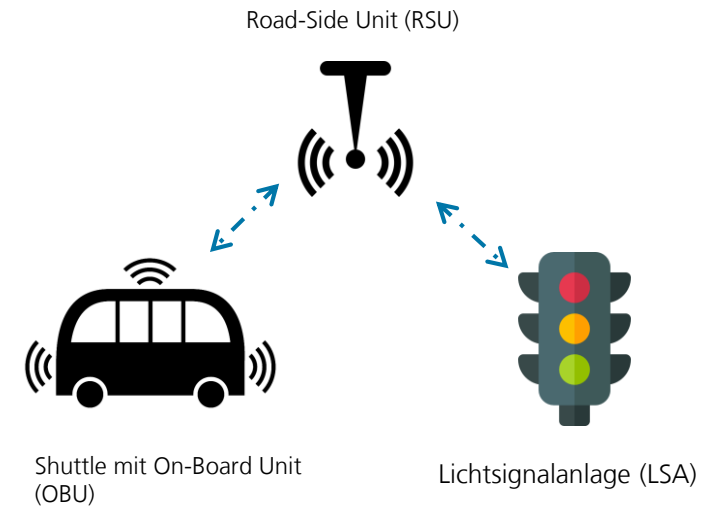
Erläuterung der verwendeten Systeme und deren Installation

Eine Road-Side Unit (RSU) wird an die bestehende Steuerungseinheit einer Lichtsignalanlage angeschlossen. Die RSU übermittelt in periodischen Abständen eine sogenannte «Massage» Nachricht. Um diese Nachricht empfangen zu können, muss jedes Shuttle über eine On-Board Unit (OBU) verfügen. Bei manchen Fahrzeugherstellern sind solche OBU serienmässig verbaut. Bei den in Sion eingesetzten Shuttles, mussten die Fahrzeuge mit einer OBU nachgerüstet werden. Die Installation der OBU wurde vom Fahrzeughersteller durchgeführt und konnte mit geringem Aufwand abgeschlossen werden, da lediglich eine 12V Speisung und ein Kabel zur Datenübertragung benötigt wird.

Die Kommunikation erfolgt über die dedizierte Kurzwellenkommunikation (DSRC). DSRC verwenden Variationen des geläufigen WLAN-Standards IEEE 802.11 als physische und mittlere Zugriffsschicht des Protokollstapels. Dieses V2X-System kann effektiv zwischen sich schnell bewegenden Fahrzeugen über eine Distanz von mindestens 300 m und mit Datenübertragungsraten von etwa 3 bis 27 Mbit/s kommunizieren. Die relevanten Informationen werden in Nachrichten verpackt. Eine solche Nachricht kann folgende Angaben enthalten:

- Identifikationsnummer der Ampel und der Signalgruppe
- Informationen zur betreffenden Kreuzung (wie viele Strassen, Abzweigungen, Fussgängerstreifen vorhanden, etc.)
- Status der Ampel
- Zeitintervall bis zum nächsten erwarteten Statuswechsel der Ampel, etc...

Die so zur Verfügung stehenden Informationen ermöglichen es, die Geschwindigkeit des Shuttles so anzupassen, dass es möglich ist, genau beim Wechsel auf «Grün» über die Kreuzung zu fahren und so, Wartezeiten zu vermeiden.



Technische Limitation des Systems

«Am Berg Anfahren»

Während der Testphase hat sich gezeigt, dass die Kommunikation zwischen LSA und Shuttle stabil ist. Einziger Verbesserungspunkt ist die Latenzzeit zwischen dem Status Wechsel des Signalgebers auf Grün und der effektiven Abfahrt des Shuttles.

Fallbeispiel

Das Shuttle befindet sich an der Kreuzung Avenue de Gare Fahrtrichtung Nord (Altstadt), der Signalgeber steht auf Rot. Beim Umschalten auf Grün wird das «GO» Signal im Shuttle gesetzt und somit der Fahrbefehl erteilt. Da sich das Shuttle in der leichten Steigung befindet, verzögert sich die Anfahrt um wenige Sekunden. Messungen haben ergeben, dass die durchschnittliche Wartezeit ca. 7 Sekunden betrifft und somit nicht dem täglichen Verkehr zumutbar ist. Mit diversen Optimierungsmassnahmen an der Programmierung des Fahrzeuges konnte der Fahrzeughersteller Navya die Latenz um 2 Sekunden verkürzen. Die aktuelle Standzeit vor der LSA beträgt < 5 Sekunden und somit zu Testzwecken tolerierbar.

Diese Tatsache wurde von den projektinvolvierten Parteien nicht berücksichtigt. Auf dem Testareal «Stöckacker» ist keine Steigung in der Strecke vorhanden. Weiterführende Untersuchungen haben gezeigt, dass in flachem Gelände die Latenz < 3 Sekunden beträgt. Die Verzögerung bei Anfahrten am Berg ist bekannt und kann somit nicht in Verbindung mit der LSA und der installierten V2X Kommunikation gebracht werden. Die Ursache liegt aus Sicht des Betreibers an der Auslegung des Antriebes und der Prozessarchitektur des Fahrzeuges.

Technische Limitation des Systems

«Gelbes Blinken»

Auf dem Testgelände in Bern «Stöckacker» wurde das System ausgiebig getestet. Das Shuttle muss alle möglichen Status der LSA interpretieren können. So auch das «gelbe blinken» bei Störungen oder alternativen Verkehrsregelungen. Auf dem Testgelände hat sich gezeigt, dass das Shuttle den Status des Signalgebers nicht erkannt hat und ein Bremsmanöver eingeleitet hat. Der Fahrzeughersteller konnte das Fehlverhalten durch Hinzufügen des Status beheben. Diese Erkenntnis ist auch in Sion während der Testphase eingeflossen. Bei der Abnahme wurde die LSA manuell gesteuert um jeden möglichen Status zu überprüfen und ein ungewünschtes Verhalten zu erkennen.

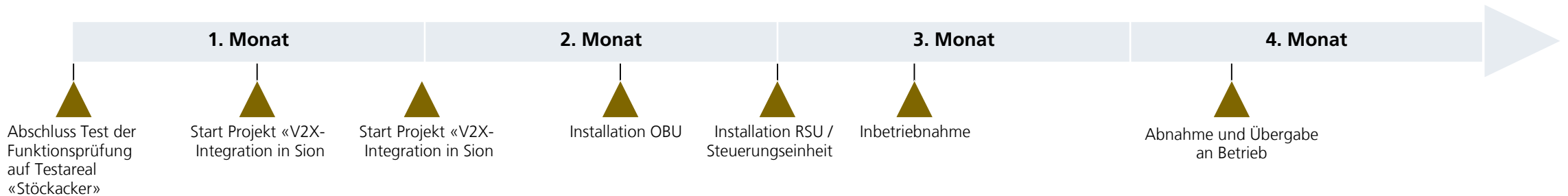
«Stopp auf Kreuzung»

Durch einen Fehler in der Software ist es zu einem unplanmässigen Stopp auf der Kreuzung gekommen. Ermittlungen haben ergeben, dass das Shuttle bei Grün passiert ist, jedoch unmittelbar später das Signal auf Orange wechselte. Dieser Umstand führte zu einem ungeplanten Stopp inmitten der Kreuzung.

Fazit

Mit der Installation einer V2X Kommunikation konnte PostAuto wertvolle Erfahrungen zur Technologie sammeln und ein entsprechendes Fachwissen aufbauen. Die Technologie zeigt eindrücklich auf, was mit einer vernetzten Mobilität möglich ist. Die Technologie kann nicht nur im automatisierten Verkehr eingesetzt werden, sondern auch in konventionellen Fahrzeugen. Bestehende Lichtsignalanlagen sind meist noch mit einer älteren Version der Steuereinheit ausgerüstet, welche die V2X Technologie noch nicht unterstützt. Eine flächendeckende Umrüstung ist aufgrund der erhöhten Investitionen noch nicht realistisch. Jedoch sollte bei Neuinstallationen darauf geachtet werden, dass die neusten Systeme installiert werden, welche eine V2X Kommunikation bereits unterstützen.

Zeitbedarf / Meilensteine



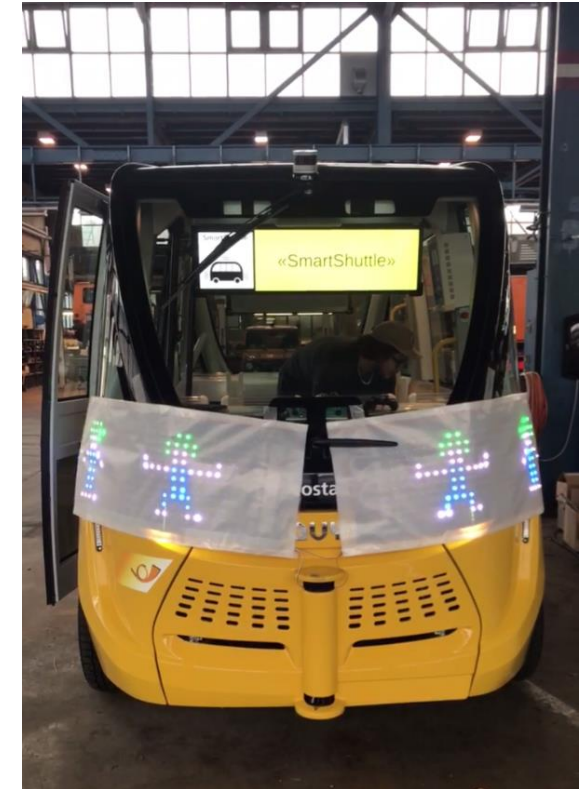
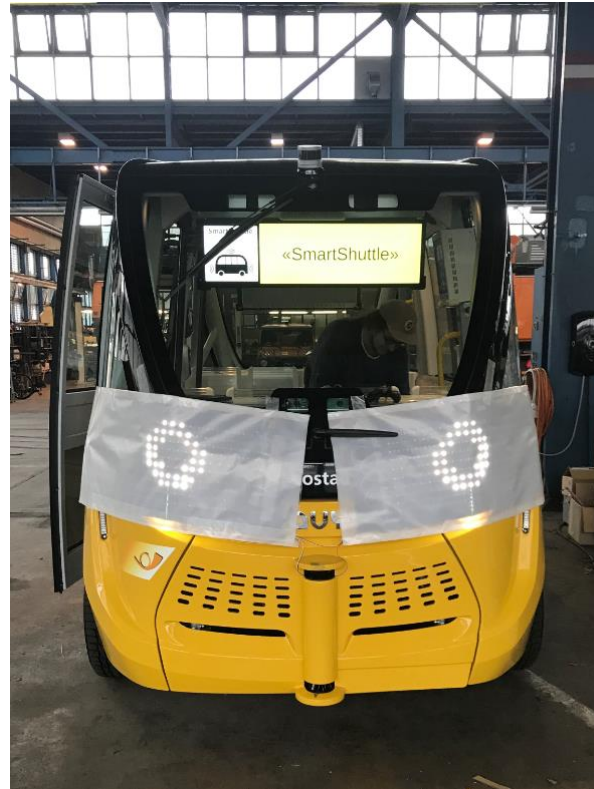
2. F&E Aktivitäten «SmartShuttle»

2. F&E Aktivitäten

Interaktion Mensch Maschine (HMI)

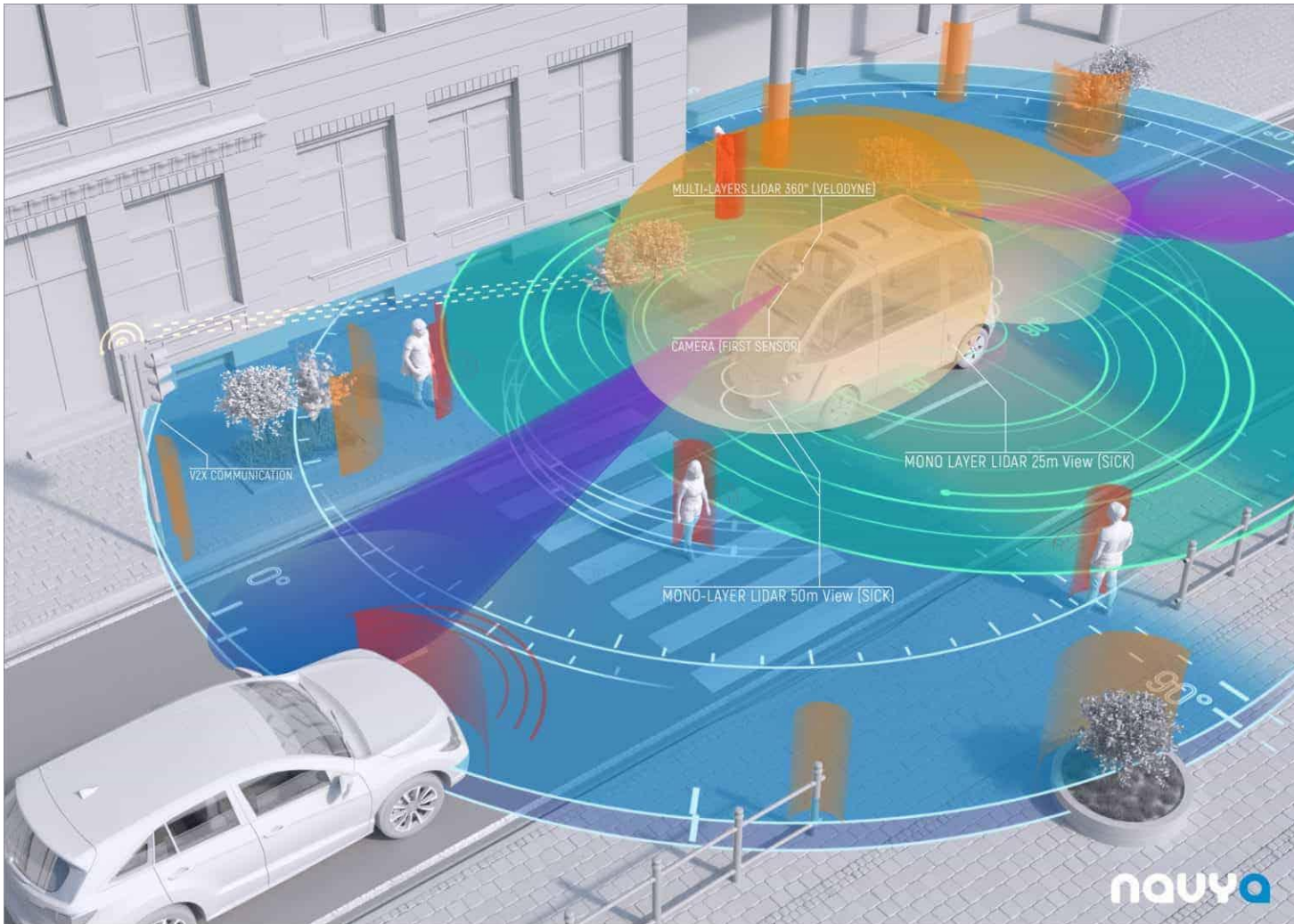
Forschungsstudie HES-SO

- Im Rahmen einer Studienarbeit unter der Leitung von Grace Eden, wurde die nonverbale Kommunikation von AV's untersucht.
- Mit Hilfe von Logos und Piktogrammen, sollen Passagiere und andere Verkehrsteilnehmer auf den Status des Fahrzeugs aufmerksam gemacht werden



2. F&E Aktivitäten

Thema Sensortechnologie



Mögliche Themen:

- Performance Test System «SmartShuttle»
- Simulation von Verkehrssituationen
- Alterung von Sensoren (Fokus auf Lidar)

Nächste Schritte:

- Zieldefinition mit involvierten Parteien: METAS / Navya / PostAuto (offene Diskussion)

3. Ausblick

3. Ausblick

Sion Q4 2018 & Q1 2019

Neuheiten

- **Neue Strecke** «Cour de Gare & dent blanche» (siehe Karte). Aufgrund von geplanten Bauarbeiten im Bereich des Bahnhofareals (www.courdegare.ch), ist **ab Januar 2019** die Strasse «Cour de Gare» für den öffentlichen Verkehr gesperrt. Die Vorbereitungen für die Umfahrung laufen und werden in den nächsten Monaten kommuniziert.
- Die Stadt Sion hat die **Prüfung** von neuen Linien lanciert. Eine neue mögliche Streckenführung soll das Parkhaus mit dem Bahnhof verbinden. Eine weitere Option wird mit **der Anbindung der EPFL** an den Bahnhof geprüft werden.
- In Zusammenarbeit mit Siemens Mobility AG, soll an unübersichtlichen Stellen neue Überwachungstechnologien eingesetzt werden welche einen Beitrag an die Risikominimierung leisten. Mit Hilfe eines **Radarsystems** kann so z.B ein Fussgängerstreifen überwacht werden und ein Signal an das Shuttle senden.
- Die **Anpassung** der Strecke an **Pendlerbedürfnisse**. Neue Nutzerbefragungen haben ergeben, dass die Shuttle noch zu wenig von Pendler genutzt werden. Dies soll bei der Planung der Umfahrung «Cour de Gare» berücksichtigt werden.
- Ab Januar 2019 wird das Projekt 100% durch den Besteller finanziert.

