

Bern, 02.11.2020

Unternehmensentwicklung

Bernhard Riegel, +41 31 321 84 99, bernhard.riegel@bernmobil.ch

SFF Bernmobil - Zwischenbericht August 2020

Pilotprojekt selbstfahrendes Fahrzeug im ÖV bei Bernmobil

Version 2, 02.11.2020

Aufgrund der vom Bundesrat verfügten Einschränkungen wegen der Corona-Pandemie wurde der Pilotbetrieb SFF ab 16.03.2020 eingestellt und im Berichtszeitraum (30.06.2020) auch nicht wieder aufgenommen. Daher enthält dieser Zwischenbericht nur sehr wenige zusätzliche Informationen gegenüber dem vorherigen Bericht.

Inhalt

1. Einleitung.....	5
2. Projektkontext.....	6
2.1. Unternehmerische und politische Ausgangslage	6
2.2. Projektvorstellung.....	6
2.3. Projektorganisation	6
2.4. Projektzeitplan.....	7
2.5. Finanzierung	8
2.6. Rechtliche Grundlagen Pilotbetrieb	8
2.7. Motivation und Projektziele der Partner	8
2.7.1. Motivation der Projektpartner	8
2.7.2. Projektziele.....	9
2.8. Kenntnisstand Schweizer Pilotversuche und zusätzlicher Erkenntnisgewinn	9
2.8.1. Kenntnisstand laufender Pilotversuche.....	9
2.8.2. Erkenntnisgewinn durch Pilotversuch BERNMOBIL.....	10
3. Merkmale des Pilotbetriebs	12
3.1. Geografische Lage der Standorte des Pilotbetriebs in Bern	12
3.2. Pilotstrecke	12
3.2.1. Anpassungen der Pilotstrecke im Berichtszeitraum	12
3.3. Fahrzeug.....	13
3.3.1. Anpassungen am Fahrzeug.....	13
3.4. Angebot.....	13
3.4.1. Angebotskonzept Linie 23 - Ergänzung ab 09.03.2020	13
3.5. Einbindung Betriebsorganisation BERNMOBIL.....	13
3.5.1. Weitere Integrationsschritte in die Betriebsorganisation.....	13
4. Betriebserfahrungen SFF – Monate 7 - 12	14
4.1. Betriebsdaten Januar 2020 bis Juni 2020	14
4.2. Besondere Ereignisse Januar 2020 bis Juni 2020	17
4.3. Streckenzustand und Wetter	18
4.4. Streckenprogrammierung	18
4.5. Fahrzeugtechnik (ohne Sensoren + Software).....	18
4.6. Sensoren und Software auf dem Fahrzeug.....	18
4.7. Backend-System Software	19
4.8. Fahrgäste	19
5. Erkenntnisse aus Betrieb SFF – Monate 7 - 12.....	20
5.1. Erkenntnisse zu den spezifischen Zielen des Pilotversuchs.....	20
5.1.1. Leitstellenintegration	20
5.1.2. Fahrzeug-Verhalten auf Kopfsteinpflaster	20
5.1.3. Engstellen mit Gegenverkehr	20
5.1.4. Fahrzeug-Verhalten in kurzer Steigung mit Haltestelle	20
5.2. Erkenntnisse zu den neuen Funktionen des EasyMile Shuttle	20

5.2.1. Beobachtung zu den Notstopps nach dem Software-Update	20
5.2.2. Hindernisumfahrung mit der Funktion "Obstacle-Circumvention"	21
5.2.3. Fahrzeug-Verhalten durch schnelleres Anfahren	22
5.3. Erkenntnisse hinsichtlich Relevanz der Technologie für regulären ÖV Betrieb.....	22
6. Anpassungen Betrieb SFF nach 12 Monaten / Ausblick auf Stufe 2	22
6.1. Einsatz zweier EZ10 der Nachfolgegeneration.....	22
6.2. Angebot – Anpassungen aufgrund Baustellen.....	22
7. Quellen	23
8. Anhang 1: EasyMile Begriffe	24

Verwendete Abkürzungen und Bezeichnungen

AÖV	Amt für öffentlichen Verkehr, Kanton Bern
ASTRA	Bundesamt für Strassen
AVOC	Autonomous Vehicle Operation Centre, Software-Lösung der Firma AMoTech
BAKOM	Bundesamt für Kommunikation
BAV	Bundesamt für Verkehr
BeHiG	Behindertengleichstellungsgesetz
ewb	Energie Wasser Bern
DFI	Digitale Fahrgastinformation
LSA	Lichtsignalanlage
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PBG	Personenbeförderungsgesetz
SFF	Selbstfahrendes Fahrzeug
SVA	Strassenverkehrs- und Schifffahrtsamt Kanton Bern
TVS	Direktion für Tiefbau, Verkehr und Stadtgrün der Stadt Bern
UVEK	Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation

1. Einleitung

Die Projektpartner BERNMOBIL, Stadt Bern, Migros Aare und ewb haben im Januar 2018 den Pilotversuch „selbstfahrendes Fahrzeug im ÖV“ (kurz **Projekt SFF**) in Bern initiiert. Im Rahmen dieses Projekts betreibt BERNMOBIL auf Basis der nötigen Ausnahmegewilligungen seit Juli 2019 ein selbstfahrendes Fahrzeug (kurz **SFF**) vom Typ EasyMile EZ10 Gen2 als BERNMOBIL Linie 23 auf einer Pilotstrecke zwischen Marzilibahn und Bärenpark in Bern.

Dieser Bericht dokumentiert die Erkenntnisse aus den 6 Betriebsmonaten Januar – Juni 2020. Die effektiven Betriebstage beschränken sich auf den Zeitraum Anfang Januar 2020 bis 13. März 2020, da der Betrieb ab 16. März bis einschliesslich 30. Juni 2020 aufgrund der corona-bedingten Pandemiemassnahmen eingestellt war.

2. Projektkontext

2.1. Unternehmerische und politische Ausgangslage

Aufgrund einer 2017 durchgeführten Marktanalyse seitens der Unternehmensentwicklung von BERNMOBIL wurde erkannt, dass die Automatisierungstechnologie die Betriebsprozesse des ÖV stark verändern würde mit potenziell erheblichen Auswirkungen auf das Unternehmen. Jedoch fehlten konkrete Erfahrungen, um den Reifegrad der Technologie und Zeithorizont möglicher Veränderungen einschätzen zu können. Dies führte zur Idee eines Pilotversuchs.

Weiterhin hat die Stadt Bern die Durchführung eines Pilotversuchs mit selbstfahrenden Fahrzeugen in ihren Legislaturrichtlinien 2017-2020 festgelegt.

Auf diesen Grundlagen haben BERNMOBIL und die Stadt Bern das Projekt SFF initiiert und zusammen mit den Projektpartnern ewb und Migros Aare die Finanzierung für die Umsetzung des Projekts und die ersten 12 Monate Pilotbetrieb aufgegleist.

Die Umsetzung erfolgt auf Basis des Entscheids des BERNMOBIL Verwaltungsrats vom 18. Dez. 2017.

Im Dezember 2019 haben die bisherigen Projektpartner die SBB als weitere Projektpartnerin gewinnen können sowie die Finanzierung und Durchführung der Stufe 2 mit weiteren 12 Monaten Pilotbetrieb und erweitertem Projektumfang beschlossen. Diese Stufe 2 ist jedoch noch nicht Gegenstand dieses Zwischenberichts.

2.2. Projektvorstellung

Das Projekt SFF umfasst in der Umsetzungsphase

- die Beschaffung und Zulassung eines selbstfahrenden Fahrzeugs
- die Bewilligungen für die Nutzung der Pilotstrecke
- die Einreichung des Ausnahmegesuchs bei den Bundesämtern BAV, ASTRA sowie BAKOM
- die organisatorische Vorbereitung seitens BERNMOBIL für den Pilotbetrieb des selbstfahrenden Fahrzeugs

Die anschliessende Pilotbetriebsphase "Stufe 1" umfasst

- den Betrieb des selbstfahrenden Fahrzeugs im Rahmen eines publizierten Fahrplans während 12 Monaten
- die Auswertung des Pilotbetriebs

2.3. Projektorganisation

Nachfolgende Darstellung zeigt das Projektumfeld, Stand Januar 2020, mit den Projektpartnern, dem von BERNMOBIL moderierten Begleitgremium und dem Team Kommunikation, in dem Vertreter aller Projektpartner eingebunden sind. Für die Stufe 2, deren Ausarbeitung seit Januar 2020 läuft, ist neu auch die SBB als Projektpartnerin vertreten. Lieferantenverträge bestehen wie bisher mit EasyMile und Amotech sowie weiteren Firmen.

Hervorzuheben ist das Begleitgremium, über das die Stakeholder des Projekts vom Start weg eingebunden wurden. Sowohl die Quartierorganisationen entlang der Pilotstrecke wie auch politische Vertretungen von Kanton und Gemeinden und Vertretungen anderer Transportunternehmen wurden regelmässig über die Projektarbeiten informiert und konnten ihre Anliegen einbringen.

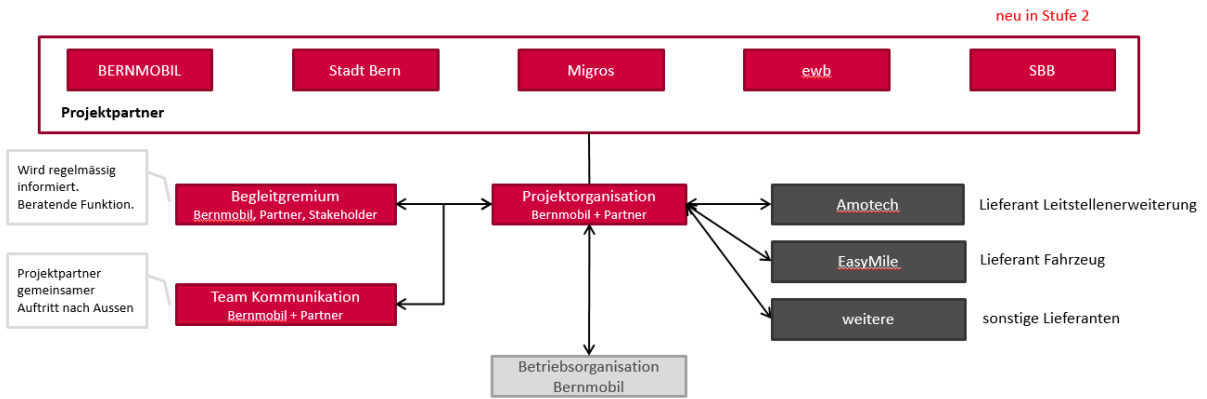


Abbildung 1: Projektumfeld SFF BERNMOBIL, Stand Januar 2020

Die Projektorganisation Stand Januar 2020 ist nachfolgend dargestellt. Die Projektpartner sind sowohl im Lenkungsausschuss des Projekts sowie in unterschiedlichem Umfang in den Teilprojekten vertreten.

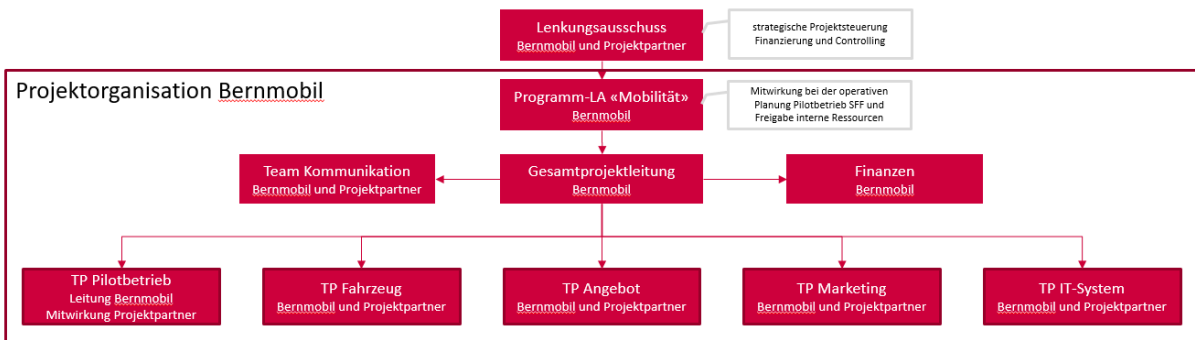


Abbildung 2: Projektorganisation SFF BERNMOBIL, Stand Januar 2020

2.4. Projektzeitplan

Nachfolgende Abbildung zeigt den Projektzeitplan des Gesamtprojekts, Stand Juni 2020.

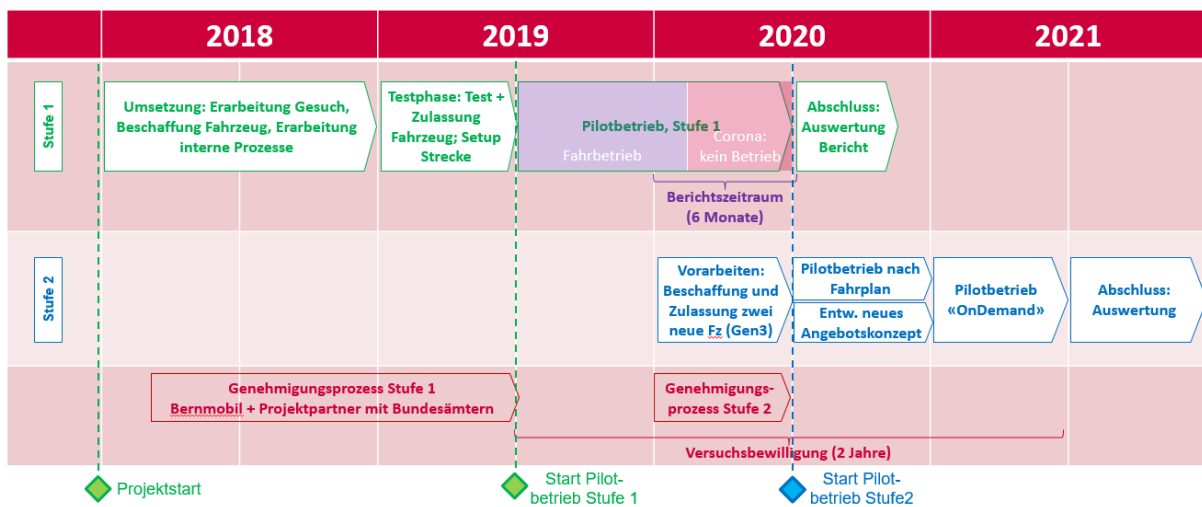


Abbildung 3: Zeitplan Gesamtprojekt, Stand August 2020

Im Berichtszeitraum Januar bis Juni 2020 konnten nur wenige Wochen bzw. Tage planmässig gefahren werden. Im Januar und Februar sind aufgrund von Störungen und nötigen Updates einige Tage ausgefallen. Ab 16. März musste der Betrieb aufgrund der Corona-bedingten Massnahmen des Bundesrates ganz eingestellt werden. Bis Ende des Berichtszeitraumes konnten keine Fahrten stattfinden und damit auch keine zusätzlichen Erfahrungen gewonnen werden. Die Zeit wurde aber vom Projektteam genutzt, um die nachfolgende Projektstufe 2 vorzubereiten.

Dieser Zwischenbericht beschränkt sich auf die Betriebserfahrungen bis 15. März 2020.

2.5. Finanzierung

Die Finanzierung des Projekts erfolgt vollständig durch die Projektpartner, wobei der Anteil BERNMOBIL aus der Spezialfinanzierung der gewerblichen Leistungen stammt. Für dieses Projekt werden somit keine finanziellen Mittel aus Abgeltungen eingesetzt.

Die Kosten für die Umsetzung und die ersten 12 Monate Betrieb bis einschliesslich Juni 2020 belaufen sich gemäss Planungsstand Juli 2020 auf 1.2 Mio. CHF.

Details zu Kosten und Finanzierung sind in den Projektantragsdokumenten sowie den Partnerverträgen geregelt.

2.6. Rechtliche Grundlagen Pilotbetrieb

Selbstfahrende Kleinbusse des Typs EasyMile EZ10 erfüllen die aktuell gültigen Vorschriften für den Strassenverkehr wie auch jene für ÖV-Fahrzeuge naturgemäss nicht.

Für den Pilotbetrieb wurde daher gemäss Merkblatt zur Durchführung von Pilotversuchen in der Schweiz (Version 1.0, aktuelle Version siehe [1]) eine Ausnahmegewilligung der Bundesämter ASTRA und BAV beantragt.

Diese wurde per Ausnahmeverfügung durch das UVEK am 19.06.2019 erteilt mit einer Gültigkeit bis 30.06.2021.

Diese enthält die Einzelzulassung des Fahrzeugs EZ10 Gen2 für den ausschliesslichen Einsatz auf der bewilligten Pilotstrecke. Die Einzelzulassung erfolgte aufgrund der am 17.04.2019 gemeinsam durch ASTRA, BAV und dem SVA Bern durchgeführten Fahrzeugprüfung. Voraussetzung für die Prüfung waren weiterhin:

- Eine Funkversuchskonzession des BAKOM für das Fahrzeug
- Eine Betriebserlaubnis des AÖV Kanton Bern und des BAV (siehe Kap. 3.3.3)
- Eine Bewilligung der Strecke durch das ASTRA basierend auf der Zustimmung
 - der Strasseneigentümer
 - der Kantonspolizei Bern
 - der zuständigen städtischen Stellen, darunter Berufsfeuerwehr Bern und TVS

Die bereits bewilligte Streckenführung wurde mit Verfügung per 18.11.2019 um eine rein betriebliche Route für die Evakuierung des Fahrzeugs aus dem Abstellort im Fall eines Hochwassers erweitert.

2.7. Motivation und Projektziele der Partner

2.7.1. Motivation der Projektpartner

BERNMOBIL

BERNMOBIL ist als ÖV-Unternehmen im Mobilitätsmarkt der Hauptstadtregion Bern aktiv und rechnet mittelfristig mit grundlegenden Veränderungen im Mobilitätsmarkt. Zu diesen Veränderungen zählt neben neuen Angebotsformen im ÖV und neuen Antriebstechnologien auch die zunehmende Automatisierung der Fahrzeuge. BERNMOBIL setzt sich aktiv mit diesen Veränderungen auseinander, um in diesem sich rasch verändernden Marktumfeld handlungsfähig zu bleiben und dem Besteller bei Bedarf auch neue Angebote bereitstellen zu können.

Speziell im Bereich der Automatisierung der Fahrzeuge soll der Pilotversuch dazu dienen, die Einbindung eines solchen selbstfahrenden Fahrzeugs in die ÖV-Betriebsprozesse zu verstehen, insbesondere die technische Anbindung an die Leitstelle.

Stadt Bern

Die Stadt Bern will den technologischen Wandel durch selbstfahrendes Fahren aktiv begleiten. Diese Absicht hat der Gemeinderat in seinen aktuellen Legislaturzielen 2017-2020 festgehalten: Erstens legt die Stadt Wert auf die Förderung zukunftsweisender Wirtschaftszweige (Legislaturziel 8) und beteiligt sich deshalb auch an der Initiative «Smart Capital Region» der Hauptstadtregion Bern. Zweitens will die Stadt all ihren Bewohnerinnen und Bewohnern den Zugang zu einer nachhaltigen Mobilität ermöglichen (Legislaturziel 10).

Bereits im Rahmen der Eigentümerstrategie 2017-2020 hat der Gemeinderat BERNMOBIL den Auftrag erteilt, sich aktiv mit der technologischen Entwicklung namentlich im Bereich der Informationstechnologien auseinanderzusetzen. Die Stadt Bern ist somit gewillt, die Chancen der Informationstechnologien für eine Verbesserung der öffentlichen Dienstleistungen in verschiedener Hinsicht zu nutzen und sich auf mögliche Risiken vorzubereiten. Dabei gilt es einerseits, sich Orientierungswissen zu erarbeiten, beispielsweise mit der Teilnahme an einer Studie von Ernst Basler&Partner (EBP). Andererseits soll die Stadt möglichst auch Nutzen aus praktischen Erfahrungen bei der Einführung des automatisierten Fahrens ziehen können. Insbesondere geht es darum, erste Erkenntnisse über nötige Anpassungen der Strasseninfrastruktur und das aufzubauende Leitsystem zu gewinnen, die eine Voraussetzung für automatisiertes Fahren bilden.

Migros Aare

Die Migros Aare ist als Projektpartner beim Pilotversuch «Selbstfahrende Fahrzeuge» von BERNMOBIL mit dabei, weil Mobilität und Digitalisierung zwei strategische Schwerpunktthemen sind. Mit der Teilnahme am Pilotprojekt von BERNMOBIL geht es der Migros Aare darum, praxisnahes Wissen in diesen Themen zu sammeln. Sie sieht interessante Möglichkeiten, in Zukunft selbstfahrende Fahrzeuge einzusetzen. Denkbar sind solche zum Beispiel als automatisierte Transportsysteme in der Logistik oder als Shuttle zwischen nahe gelegenen Migros-Standorten.

ewb

Das Hauptinteresse der ewb liegt bei der Planung, Projektierung und Ausführung des Netzanschlusses für die Ladeinfrastruktur sowie auf dem voraussichtlichen Erkenntnisgewinn hinsichtlich Last- und Speichermanagement.

2.7.2. Projektziele

Strategische Ziele BERNMOBIL:

- Aufbau von Kompetenzen im Bereich selbstfahrende Fahrzeuge
- Erkenntnisse hinsichtlich allfälliger Veränderungen für die Arbeitsplätze bei BERNMOBIL aus Verantwortung für die Mitarbeitenden
- Vorbereitung des Unternehmens auf allfällige zukünftige Bestellungen von selbstfahrenden Fahrzeugen

Die strategischen Ziele sollen erreicht werden, indem die Betriebsorganisation von BERNMOBIL möglichst breit in den Pilotbetrieb eingebunden wird, insbesondere das Fahrpersonal und die Leitstelle.

Daraus ergaben sich insbesondere folgend Projektziele

- Anbindung des selbstfahrenden Fahrzeugs und des zugehörigen Software-Systems an die Leitstellen-Software von BERNMOBIL
- Möglichst weitgehende Integration des Pilotbetriebs in die Betriebsprozesse
- Einsatz von Fahrpersonal als Begleitpersonen auf dem SFF
- Erkenntnisgewinn, welche organisatorischen und technischen Voraussetzungen für den fahrplanmässigen Betrieb eines SFF erforderlich sind

2.8. Kenntnisstand Schweizer Pilotversuche und zusätzlicher Erkenntnisgewinn

2.8.1. Kenntnisstand laufender Pilotversuche

BERNMOBIL hat sich zum Projektstart intensiv mit den bereits laufenden Pilotversuchen auseinandergesetzt. Insbesondere zu den folgenden Pilotversuchen wurde ein starker inhaltlicher Bezug identifiziert (s. Abbildung 4):

- Analog zum Pilotversuch in Schaffhausen (Neuhausen) stellt die Einbindung in die bestehende ÖV-Leitstelle einen Projektschwerpunkt dar. Diese erfolgt durch eine Anbindung an die zugehörige Schnittstelle der Software des Herstellers EasyMile. Ein zweites gemeinsames Thema ist die Bewältigung einer starken Steigung im Bereich 15%. Bei beiden

Themen unterscheidet sich der Pilotversuch bei BERNMOBIL durch den unterschiedlichen Fahrzeugtyp (Schaffhausen = Navya Arma; Bern = EasyMile EZ10).

- Analog zum Pilotversuch Zug wird ein EZ10 Gen2 von EasyMile eingesetzt. Es ist jedoch aufgrund der Steigung mit einem stärkeren Antriebsstrang ausgestattet.
- Analog zum Pilotversuch Sion ist das selbstfahrende Fahrzeug in Bern im historischen Stadtgebiet unterwegs und verkehrt über teils grobes Kopfsteinpflaster. Auch hier ergibt sich ein Unterschied durch die unterschiedlichen Fahrzeugtypen (Sion: Navya).
- Analog zum Pilotversuch in Freiburg wird das Berner Fahrzeug nach einem Fahrplan verkehren, der in den Kundeninformationssystemen publik gemacht wird. In Bern wird es jedoch keine konzessionierte Linie im Sinne des PBG sein.

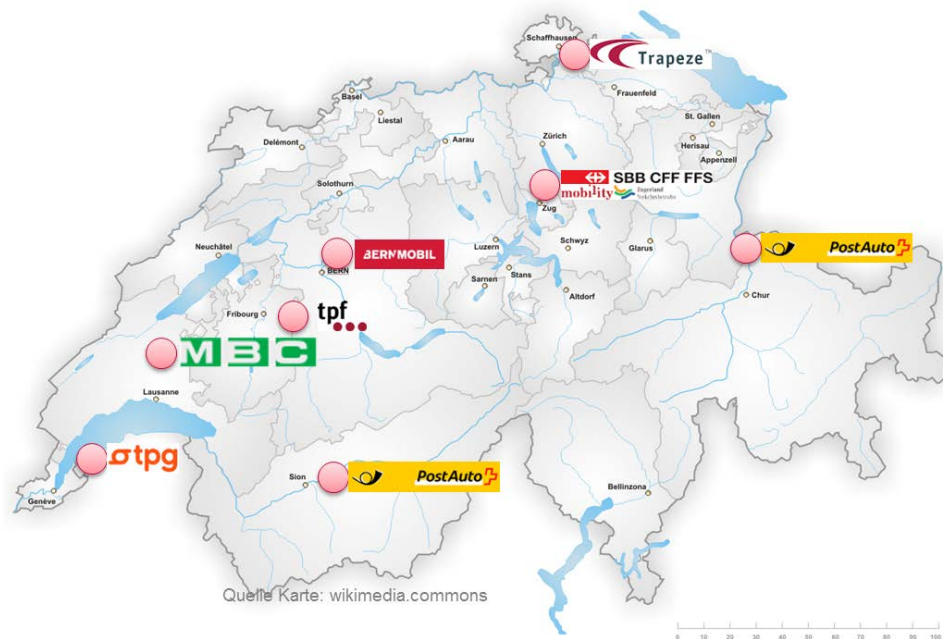


Abbildung 4: Überblick über Pilotversuche SFF Schweiz, Stand 2018

2.8.2. Erkenntnisgewinn durch Pilotversuch BERNMOBIL

Wie im Gesuch Ausnahmegewilligung im Kapitel 4 [2] ausgeführt, sollen mit dem Pilotversuch SFF bei BERNMOBIL folgende Erkenntnisgewinne erzielt werden:

Leitstellenintegration

BERNMOBIL überwacht ihre Busse und Trams von einer zentralen Leitstelle aus, die beim Depot Eigerplatz untergebracht ist (vgl. Abbildung 5). Aufgaben der Leitstelle sind Vermeidung von Störungen im Linienverkehr, Behebung von Störungen sowie Auswertung der Störungen und umfasst neben den Betriebsmassnahmen auch die Information der Fahrgäste.

Während bereits die konventionellen Fahrzeuge ihre Position automatisch per Funk an das Leitstellen-System melden, erfolgt die weitere Kommunikation zu diesen Fahrzeugen über das Fahrpersonal. Für ein automatisiertes Fahrzeug müssen hier neue Kommunikationswege etabliert werden. Ausserdem ist der Aspekt der Beeinflussung bzw. Steuerung des automatisierten Fahrzeugs aus der Leitstelle von zentraler Bedeutung und soll untersucht werden.

Ein wesentlicher Neuwert und Kernziel des Projekts ist daher die Einbindung des automatisierten Fahrzeugs EZ10 der Firma EasyMile in die bediente Leitstelle von BERNMOBIL. Diese Anbindung soll IT-seitig an das System LIO der Firma Trapeze erfolgen, welches auf der Leitstelle im Einsatz ist.

Die Firma AMoTech, eine Tochterfirma der Firma Trapeze, unterstützt die Integration mit der Bereitstellung einer Softwarelösung „AVOC“ zur Anbindung an das LIO System.

Fahrzeug-Verhalten auf Kopfsteinpflaster

Die Sensortechnik des EasyMile EZ10 Gen2 orientiert sich anhand redundanter LiDAR-Sensoren, die neben dem GPS noch mit Daten aus der Fahrzeugbewegung (Odometer) ergänzt werden. Auf der Pilotstrecke befinden sich zwei Abschnitte mit Kopfsteinpflaster. Es stellt sich die Frage, wie sich diese Sensortechnik bei den Erschütterungen durch das Kopfsteinpflaster verhält.

Engstellen mit Gegenverkehr

Die vorgesehene Pilotstrecke enthält weiterhin mehrere Engstellen, bei denen Fahrerinnen und Fahrer konventioneller Fahrzeuge über gegenseitigen Blickkontakt den Vortritt regeln müssen. Das Verhalten des EZ10 Gen2 wird Gegenstand einer vertieften Betrachtung, so dass auch daraus ein Erkenntnisgewinn erzielt werden kann.

Fahrzeug-Verhalten in kurzer Steigung mit Haltestelle

Auf der Pilotstrecke befindet sich zudem eine ca. 100 m lange Steigung von bis zu 14%, in der eine Haltestelle (12% Steigung) liegt. Es schliesst sich ein Gefälle von bis zu 15% an. Das beschaffte Fahrzeug von EasyMile wurde speziell für die Bewältigung dieser Steigung ausgerüstet. Das Verhalten des Fahrzeugs in der Steigung mit Haltestelle sowie im Gefälle soll in der Praxis untersucht werden.

3. Merkmale des Pilotbetriebs

3.1. Geografische Lage der Standorte des Pilotbetriebs in Bern

Die **Pilotstrecke** verläuft zwischen Marzilibahn und Bärengraben südlich der Altstadt entlang der Aare.

Die Teststrecke wurde auf dem Gelände des **Depots Bolligenstrasse** eingerichtet. Allfällige Reparaturen werden im BERNMOBIL **Depot Eigerplatz** durchgeführt.

Folgende Übersicht (Abbildung 5) zeigt die geografische Anordnung der Standorte.



Abbildung 5: Geografische Lage von Pilotstrecke und Depotstandorte in Bern

Eine ausführliche Beschreibung der Pilotstrecke findet sich im Zwischenbericht vom Januar 2020.

3.2. Pilotstrecke

3.2.1. Anpassungen der Pilotstrecke im Berichtszeitraum

Nachdem in den ersten 6 Betriebsmonaten der historische Mattelift wegen einer Baustelle nicht angefahren werden konnte (siehe Zwischenbericht vom Januar 2020, Kap. 3.2), konnte dieser Streckenteil Ende Februar – nach Abschluss der Baustelle – eingemessen werden und am 9. März 2020 in Betrieb genommen werden. Leider konnte diese Strecke dann nur bis 13. März befahren werden (Corona-Lockdown).

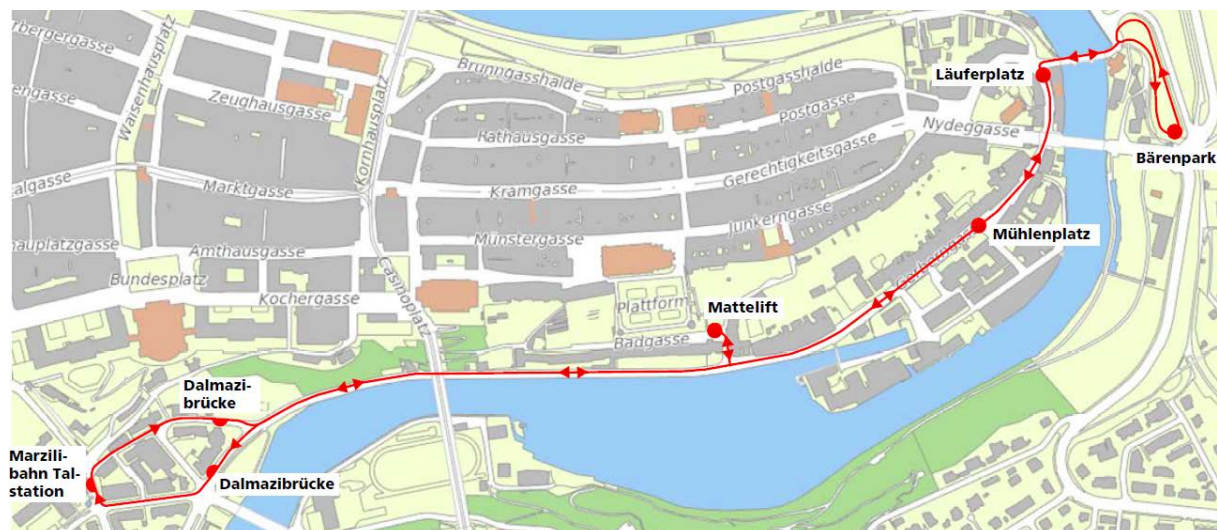


Abbildung 6: Pilotstrecke SFF ab 9. März 2020

3.3. Fahrzeug

3.3.1. Anpassungen am Fahrzeug

Das während der ersten 6 Monate eingesetzte Fahrzeug EasyMile EZ10 Gen2 hat Anfang Januar 2020 ein Software-Update erhalten ("Voyager 7").

Ein ausführlicher Beschrieb des Fahrzeugs befindet sich ebenfalls im vorhergehenden Zwischenbericht.

3.4. Angebot

3.4.1. Angebotskonzept Linie 23 - Ergänzung ab 09.03.2020

Das Angebot mit dem selbstfahrenden Fahrzeug auf der Pilotstrecke wird als BERNMOBIL Linie 23 betrieben und bietet folgende Anschlüsse an das bestehende Liniennetz:

- Bärenpark – BERNMOBIL Linie 12
- Mattelift/Badgasse – Mattelift (Münsterplattform)
- Talstation Marzilibahn – Marzilibahn (DMB)

Die Linie 23 war ab 1.7.2019 bis einschliesslich 28.02.2020 von Montag bis Freitag zwischen 9 und 17 Uhr in Betrieb. In der Woche vom 2.3.2020 wurde die unter 3.2.1 erwähnte Streckenanpassung für das Anfahren der Haltestelle "Münsterplattform" (Mattelift) vorgenommen. Gleichzeitig wurden die Betriebszeiten um 2 Stunden auf 11 bis 19 Uhr verschoben. Beide Änderungen wurden am 9.3.2020 in Betrieb genommen.

3.5. Einbindung Betriebsorganisation BERNMOBIL

3.5.1. Weitere Integrationsschritte in die Betriebsorganisation

Zusätzlich zu den bereits mit EasyMile Ausbildungen im Projekt aktiven Mitarbeitenden von BERNMOBIL absolvierten Ende 2019 zwei Personen der Buswerkstatt die EasyMile Ausbildung zum "Maintenance Officer". Diese führen seitdem alle Reparatur- und Wartungsarbeiten des sogenannten "Level 1" am EasyMile-Fahrzeug aus. Die Arbeiten "Level 2", welche insbesondere die Sensorik und die Software umfassen, werden weiterhin von EasyMile ausgeführt.

4. Betriebserfahrungen SFF – Monate 7 - 12

4.1. Betriebsdaten Januar 2020 bis Juni 2020

Betriebstage

Aufgrund eines technischen Problems konnte das Fahrzeug erst am 14.01.2020 den Betrieb wieder aufnehmen. Am 16.03.2020 musste der Betrieb aufgrund der bundesrätlichen Massnahmen zur Bekämpfung der Corona-Pandemie eingestellt werden.

Datum	Wetter	Anmerkung Tagesbetrieb
13.01.2020	Mo	Fahrzeugstörung, kein Betrieb
14.01.2020	Di	sonnig, -1°C
15.01.2020	Mi	sonnig ca. 3-5°C
16.01.2020	Do	schön, 8°C
17.01.2020	Fr	Verbale Aggression durch Fahrgast kein Rapport, keine Daten
18.01.2020	Sa	planmässig kein Betrieb
19.01.2020	So	planmässig kein Betrieb
20.01.2020	Mo	Sonne, ca. 1°C
21.01.2020	Di	Sonne, ca. -1°C bis 1°C
22.01.2020	Mi	keine AVOC-Daten
23.01.2020	Do	schön, kalt
24.01.2020	Fr	niedriger Batteriestand
25.01.2020	Do	bewölkt, 0°C
26.01.2020	Fr	Nebel, ca. 0°C
27.01.2020	Sa	planmässig kein Betrieb
28.01.2020	So	planmässig kein Betrieb
29.01.2020	Mo	bewölkt, ca. 3°C
30.01.2020	Di	Einmal Site verloren
31.01.2020	Mi	Regen, Schnee, 2°C
01.02.2020	Mi	bewölkt, regen, 3°C
02.02.2020	Do	Einmal Site verloren
03.02.2020	Do	sonnig, ca. 10°C
04.02.2020	Fr	keine AVOC-Daten
05.02.2020	Fr	keine AVOC-Daten
06.02.2020	Sa	planmässig kein Betrieb
07.02.2020	So	planmässig kein Betrieb
08.02.2020	Mo	regen
09.02.2020	Di	kurze Fahrzeugstörung
10.02.2020	Di	Betrieb wegen Schnee zeitweise beeinträchtigt
11.02.2020	Mi	kurze Fahrzeugstörung
12.02.2020	Mi	bewölkt / Sonne
13.02.2020	Do	schön Sonne
14.02.2020	Fr	schön, kalt -3°C/0°C
15.02.2020	Fr	Betrieb wg. Fzg-störung vorzeitig eingestellt
16.02.2020	Sa	planmässig kein Betrieb
17.02.2020	So	planmässig kein Betrieb
18.02.2020	Mo	Fahrzeugschaden Getriebe
19.02.2020	Di	Fahrzeugschaden Getriebe
20.02.2020	Mi	Fahrzeugschaden Getriebe
21.02.2020	Do	kurze Fahrzeugstörung
22.02.2020	Do	trocken, windstill
23.02.2020	Fr	kurze Fahrzeugstörung
24.02.2020	Fr	einmal Ortung verloren
25.02.2020	Sa	planmässig kein Betrieb
26.02.2020	So	planmässig kein Betrieb
27.02.2020	Mo	leicht bewölkt, trocken, leichter Regen
28.02.2020	Di	einmal Ortung verloren
29.02.2020	Di	sonnig/bewölkt
30.02.2020	Mi	regen, bewölkt, 6°C, ab 15:30
01.03.2020	Mi	Sonne
02.03.2020	Do	schön, 10°C
03.03.2020	Do	kurze Fahrzeugstörung
04.03.2020	Fr	fehlerhafter TagesRapport
05.03.2020	Fr	schön
06.03.2020	Sa	planmässig kein Betrieb
07.03.2020	Sa	planmässig kein Betrieb
08.03.2020	So	planmässig kein Betrieb
09.03.2020	So	planmässig kein Betrieb
10.03.2020	Mo	planmässig kein Betrieb
11.03.2020	Mo	planmässig kein Betrieb
12.03.2020	Di	planmässig kein Betrieb
13.03.2020	Di	planmässig kein Betrieb
14.03.2020	Mi	planmässig kein Betrieb
15.03.2020	Mi	planmässig kein Betrieb
16.03.2020	Do	planmässig kein Betrieb
17.03.2020	Do	planmässig kein Betrieb
18.03.2020	Fr	planmässig kein Betrieb
19.03.2020	Fr	planmässig kein Betrieb
20.03.2020	Sa	planmässig kein Betrieb
21.03.2020	Sa	planmässig kein Betrieb
22.03.2020	So	planmässig kein Betrieb
23.03.2020	So	planmässig kein Betrieb

Datum	Wetter	Anmerkung Tagesbetrieb
24.02.2020	Mo	sonnig 15°C, trocken
25.02.2020	Di	am Nachmittag regen, Wind
26.02.2020	Mi	schneeschaer, -1°C
27.02.2020	Do	trocken/Schneefall
28.02.2020	Fr	fehlerhafter TagesRapport
29.02.2020	Sa	planmässig kein Betrieb
01.03.2020	So	planmässig kein Betrieb
02.03.2020	Mo	bewölkt, regnerisch
03.03.2020	Di	schön
04.03.2020	Mi	sonnig
05.03.2020	Do	bewölkt, regnerisch
06.03.2020	Fr	bewölkt
07.03.2020	Sa	planmässig kein Betrieb
08.03.2020	So	planmässig kein Betrieb
09.03.2020	Mo	wechselhaft, sonnig
10.03.2020	Di	bewölkt, regnerisch
11.03.2020	Mi	Update EasyMile
12.03.2020	Do	Update EasyMile
13.03.2020	Fr	Testbetrieb
14.03.2020	Sa	keine AVOC-Daten
15.03.2020	So	
16.03.2020	Mo	Betriebseinstellung wegen Corona

Abbildung 7: Darstellung aller Betriebstage

Fahrgastzahlen und km-Leistung

Die Fahrgastzahlen sowie die Distanz der gefahrenen km ist in nachfolgender Tabelle dargestellt. Bei der Distanz sind ausserdem die automatisch bzw. manuell gefahrenen km angegeben sowie in den letzten beiden Spalten die prozentuellen Anteile. Dies jeweils für die Tage, an denen die Schnittstelle die entsprechenden Werte geliefert hat.

Datum	Wochentag	Fahrgäste	Distanz (km) Total/Automat./Manuell			Anteil Autom./Man.	
13.01.2020	Montag		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14.01.2020	Dienstag	34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.01.2020	Mittwoch	19	29.0	28.2	0.8	97.2	2.7
16.01.2020	Donnerstag	15	28.6	27.5	1.1	96.0	3.9
17.01.2020	Freitag	18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.01.2020	Samstag						
19.01.2020	Sonntag						
20.01.2020	Montag	15	29.5	27.3	2.2	92.4	7.5
21.01.2020	Dienstag	31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22.01.2020	Mittwoch	31	28.6	28.1	0.5	98.3	1.6
23.01.2020	Donnerstag	14	29.2	28.3	0.9	96.9	3.0
24.01.2020	Freitag	29	28.8	27.6	1.2	96.0	3.9
25.01.2020	Samstag						
26.01.2020	Sonntag						
27.01.2020	Montag	12	29.4	28.5	0.9	96.9	3.0
28.01.2020	Dienstag	15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29.01.2020	Mittwoch	21	27.2	25.7	1.4	94.6	5.3
30.01.2020	Donnerstag		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31.01.2020	Freitag	53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01.02.2020	Samstag						
02.02.2020	Sonntag						
03.02.2020	Montag	30	28.9	28.0	0.9	96.9	3.0
04.02.2020	Dienstag	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
05.02.2020	Mittwoch	27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Datum	Wochentag	Fahrgäste	Distanz (km) Total/Automat./Manuell			Anteil Autom./Man.	
06.02.2020	Donnerstag	35	28.0	26.4	1.6	94.4	5.5
07.02.2020	Freitag	0	7.4	7.2	0.2	97.6	2.3
08.02.2020	Samstag						
09.02.2020	Sonntag						
10.02.2020	Montag		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.02.2020	Dienstag		0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1
12.02.2020	Mittwoch		2.1	1.4	0.7	67.6	32.3
13.02.2020	Donnerstag	12	27.1	25.8	1.3	95.0	4.9
14.02.2020	Freitag	22	27.0	26.0	1.0	96.2	3.7
15.02.2020	Samstag						
16.02.2020	Sonntag						
17.02.2020	Montag	9	26.1	23.8	2.3	91.3	8.6
18.02.2020	Dienstag	16	27.1	25.9	1.2	95.7	4.2
19.02.2020	Mittwoch	14	25.0	23.7	1.3	94.9	5.0
20.02.2020	Donnerstag	19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21.02.2020	Freitag	26	27.4	26.8	0.6	97.8	2.1
22.02.2020	Samstag						
23.02.2020	Sonntag						
24.02.2020	Montag	24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25.02.2020	Dienstag	17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26.02.2020	Mittwoch	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27.02.2020	Donnerstag	2	11.3	9.5	1.8	83.6	16.3
28.02.2020	Freitag	22	27.3	25.9	1.3	95.1	4.8
29.02.2020	Samstag						
01.03.2020	Sonntag						
02.03.2020	Montag		27.1	23.0	4.1	84.7	15.2
03.03.2020	Dienstag		27.1	21.6	5.5	79.6	20.3
04.03.2020	Mittwoch		27.5	22.6	4.9	82.1	17.8
05.03.2020	Donnerstag		24.8	19.6	5.2	78.9	21.0
06.03.2020	Freitag		29.5	24.5	5.0	82.9	17.0
07.03.2020	Samstag						
08.03.2020	Sonntag						
09.03.2020	Montag		27.5	23.3	4.2	84.8	15.1
10.03.2020	Dienstag		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.03.2020	Mittwoch		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.03.2020	Donnerstag		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.03.2020	Freitag		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14.03.2020	Samstag						
15.03.2020	Sonntag						
16.03.2020	Montag		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total	584	658.2	606.2	52.0	91.1	8.8

Abbildung 8: Fahrgastzahlen und Laufleistung im Betrachtungszeitraum

Fahrzeugdaten

Nachfolgend sind die von der Schnittstelle gelieferten Daten der Notstopps aufgeführt (leider stehen aufgrund technischer Probleme nicht für jeden Betriebstag Daten zur Verfügung):

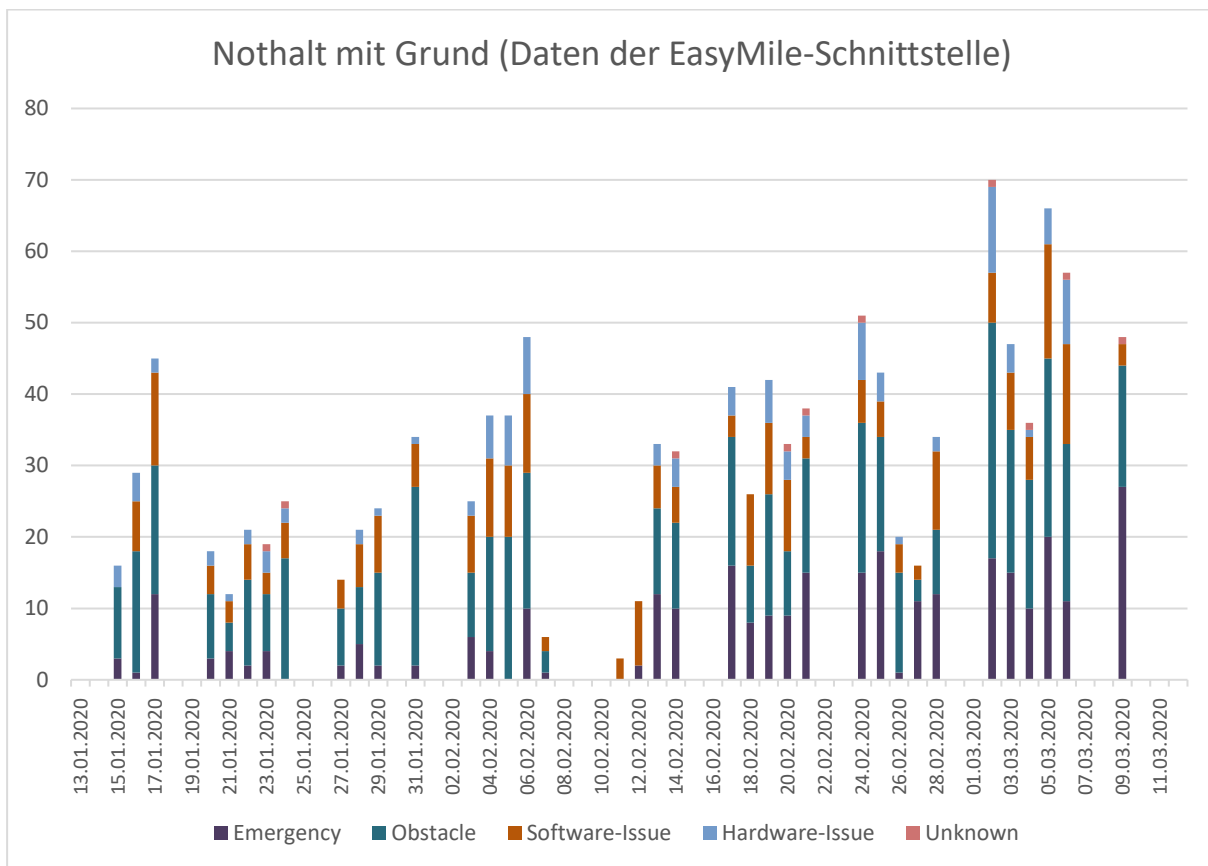


Abbildung 9: Übersicht Nothalt mit Grund

4.2. Besondere Ereignisse Januar 2020 bis Juni 2020

Farbcodierung der Tabelle:

- Unfall
- Technische Störung
- Geplante Massnahme
- Kritische Betriebsbedingung

6.-13. Januar 2020	Technisches Problem durch
Beschreibung:	Häufige Notstopps aufgrund fehlender Lokalisierung
Folge:	Ungeplanter Betriebsunterbruch ca. 3 Tage
Massnahme:	Ersatz des Navigations PC durch EasyMile
7.-12. Feb 2020	Getriebeschaden
Beschreibung:	Fahrzeugstörung durch Getriebeschaden
Folge:	ungeplanter Betriebsunterbruch 3.5 Tage
Massnahme:	Betriebseinstellung und Reparatur nach Eintreffen Ersatzteil
26./27. Feb 2020	Schneefall
Beschreibung:	Zeitweise Schneefall
Folge:	Fahrzeug fährt nur ruckelig, bei stärkerem Schneefall ist der Betrieb nicht durchführbar
Massnahme:	Betriebspausen bzw. vorzeitiges Betriebsende
10./11. März 2020	Update Streckenprogrammierung
Beschreibung:	Erweiterung der Strecke von der Einmündung Badgasse zum Mat-telift.
Folge:	Geplanter Betriebsunterbruch 2 Tage
Massnahme:	Keine
16. März 2020	Betriebseinstellung Corona
Folge:	Ungeplanter Betriebsunterbruch bis einschliesslich Juni

Abbildung 10: Tabelle besondere Ereignisse

4.3. Streckenzustand und Wetter

Die Pilotstrecke war im Beobachtungszeitraum Januar – März 2020 durchwegs befahrbar. Die Schneeschauer am 26./27. Februar haben allerdings keinen flüssigen Betrieb mehr erlaubt (permanente Stopps wegen Schneeflocken vor den Sensoren) und zu Betriebseinschränkungen geführt. In nachfolgender Grafik werden die von den Begleitpersonen protokollierten Wetterbedingungen mit der Zahl der Nothalte aufgeführt. Leider reichen die wenigen Messwerte nicht für eine statistische Auswertung.

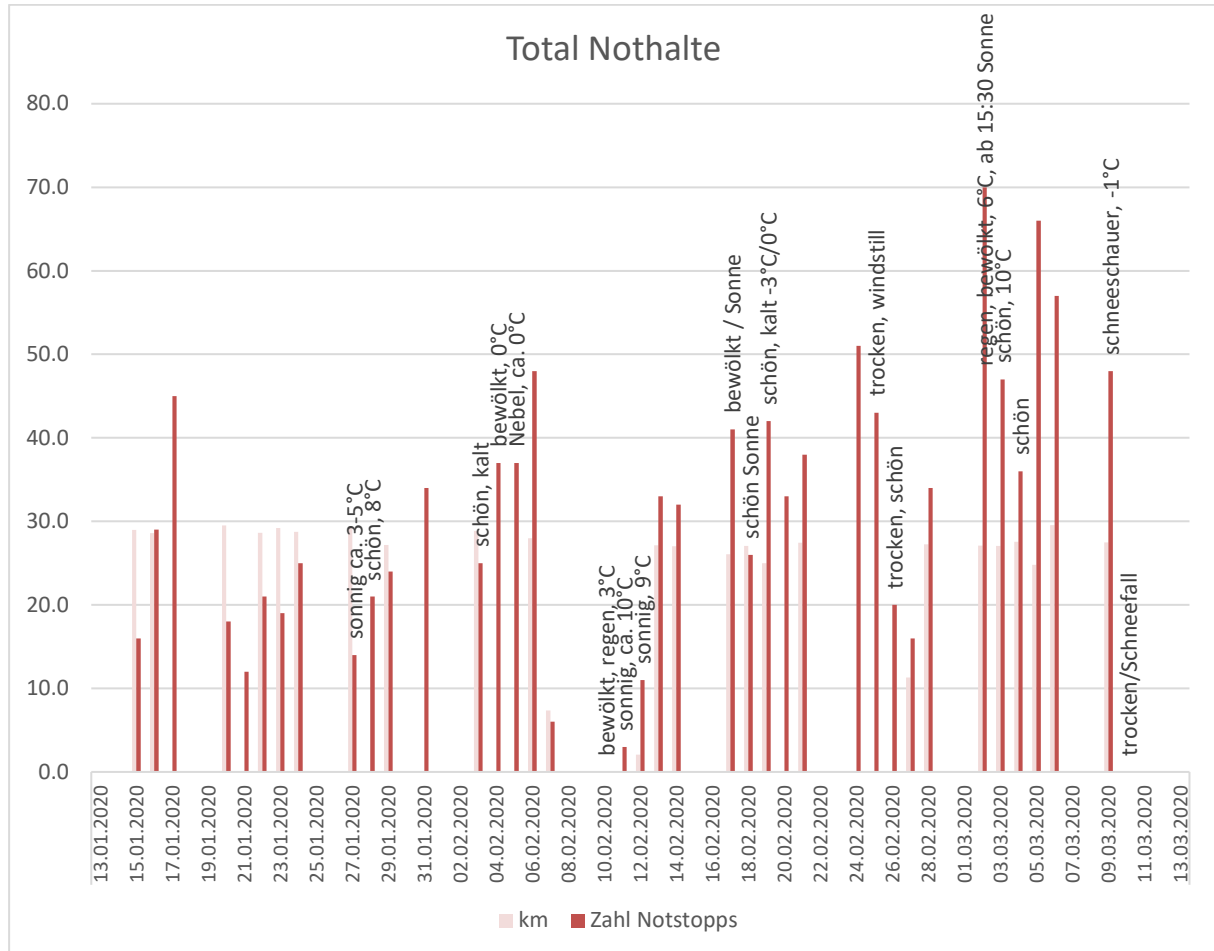


Abbildung 11: Zahl der Notstopps mit Wettersituation

4.4. Streckenprogrammierung

Wie in Abschnitt 4.3.1 beschrieben, wurde die Strecke für das Anfahren des Mattelifts modifiziert, konnte aufgrund des Corona-Lockdowns dann aber nur an einem Tag automatisiert befahren werden.

4.5. Fahrzeugtechnik (ohne Sensoren + Software)

Wie aus bereits in den 6 Monaten zuvor zeigte das EasyMile EZ10 Gen2 häufige technische Störungen an konventionellen Fahrzeug-Komponenten. Diese führten an 10 Tagen im Beobachtungszeitraum zu Betriebsausfällen.

4.6. Sensoren und Software auf dem Fahrzeug

An der Sensor-Konfiguration hat sich gegenüber dem vorherigen Bericht nichts geändert. Alle Fahrten wurden mit der im Dezember installierten Software Version "Voyager 7" durchgeführt. Dabei wurde die neue Funktion "obstacle circumvention" in einer funktional eingeschränkten Vorversion aktiviert.

Die Funktion "obstacle circumvention" wird aktiv, wenn das Fahrzeug im automatischen Betrieb vor einem Hindernis stehen bleibt. Sie versucht dann, eine Umfahrung zu berechnen. Gelingt

dies, wird der Operator zur Freigabe des vorgeschlagenen Umfahrungsweges aufgefordert. Gelingt die Berechnung nicht, wird der Operator zum manuellen Umfahren aufgefordert. Im Zweifelsfall lässt das System den Operator manuell fahren. Dies passiert relativ häufig, bereits ein vorbeifahrender Velofahrer kann die Berechnung irritieren. Aufgrund der Position des VLP-Lidars auf ungefähr 1 m Höhe in der Mitte des Fahrzeugs, kann dieser nur dann am Hindernis vorbeischaun, wenn dieses nur leicht in die Fahrspur ragt und nicht zu lang ist. Die Abschnitte der Strecke, in dem eine Hindernisumfahrung erlaubt ist, wurden entsprechend programmiert.

Eine weitere Verbesserung ist die schnellere Beschleunigung des Fahrzeugs beim Anfahren. Dazu wurde der Parameter für die Beschleunigung angepasst.

4.7. Backend-System Software

Leider gab es an einzelnen Tagen Ausfälle bei der Datenbereitstellung über die Schnittstellen EasyMile Monitoring API – AVOC, so dass für diese Tage keine Daten vorliegen.

4.8. Fahrgäste

Es wurden deutlich weniger Fahrgäste registriert.

5. Erkenntnisse aus Betrieb SFF – Monate 7 - 12

5.1. Erkenntnisse zu den spezifischen Zielen des Pilotversuchs

In diesem Abschnitt werden die Erkenntnisse bezogen auf die in Kap. 2.8.2 aufgeführten spezifischen Ziele des Pilotversuchs dargestellt.

5.1.1. Leitstellenintegration

Aufgrund der Corona-Pandemie konnten die geplanten weiteren Entwicklungsschritte bei der Integration der EasyMile-Daten in das IT-System "LIO" der Leitstelle nicht realisiert werden. Das Thema wird in Stufe 2 des Projekts ab Juli 2020 in geänderter Form weiterverfolgt.

5.1.2. Fahrzeug-Verhalten auf Kopfsteinpflaster

Dieses Thema wurde bereits in den ersten 6 Betriebsmonaten ausführlich analysiert und im vorherigen Zwischenbericht dokumentiert. Neue Erkenntnisse wurde in den zusätzlichen Betriebsstagen bis Mitte März nicht erzielt.

5.1.3. Engstellen mit Gegenverkehr

Die Engstellen mit Gegenverkehr waren auch in den beobachteten Betriebswochen die grösste Herausforderung auf der gewählten Pilotstrecke. Neue Erkenntnisse gegenüber dem Vorbericht gibt es aber keine.

5.1.4. Fahrzeug-Verhalten in kurzer Steigung mit Haltestelle

Die Steigungsstrecke am Parkplatz Klösterlistutz bis zur Haltestelle Bärenpark wurde von 14.01.2020 bis 08.02.2020 befahren.

Dabei zeigte sich, dass auch nach dem Software Update Voyager 7 das Fahrzeug weiterhin in der Steigung beim Anfahren aus dem Stand jeweils ein kurzes Stück (wenige cm) zurückrollte, bis das System einen "incoherent way of motion" detektierte und den Notstopp auslöste. Nachdem Lösen des Notstopps passierte unter Umständen nochmal das gleiche.

Dieses leichte, aber in manchen Situationen wiederholte Zurückrollen um wenige cm ist insofern kritisch, weil das Fahrzeug in dieser Situation eigentlich vorwärts fahren will und somit die hinteren Safety-Lidarsensoren inaktiv sind. Die Begleitperson muss mit dem Notstopp-Knopf eingreifen, sollte sich das Fahrzeug auf ein parkiertes Auto zubewegen.

Am 08.02. trat wiederum ein Getriebeschaden auf. Dieser wurde in einer ersten Annahme auf die Belastung in der Steigung zurückgeführt. Daher hat BERNMOBIL das Fahrzeug EZ10 Gen2 ab dem 12.02.2020 dann nicht mehr auf der Steigungsstrecke eingesetzt, sondern im unteren Bereich des Parkplatzes Klösterlistutz vorzeitig gewendet.

Dies ist in der Statistik zu erkennen an der ab 12.02. verminderten Tageskilometerzahl.

Fazit: die Ansteuerung der Fahrzeugkomponenten des EZ10 in der Steigung entspricht nicht den Erwartungen an einen zuverlässigen Betrieb.

5.2. Erkenntnisse zu den neuen Funktionen des EasyMile Shuttle

5.2.1. Beobachtung zu den Notstopps nach dem Software-Update

Es zeigte sich, dass der Anteil an unerwünschten Notstopps (wegen Software, Hardware oder Unknown) bezogen auf die erwarteten Notstopps (Emergency, Hindernis) gegenüber den Beobachtungen vor dem Software Update auf Voyager 7 deutlich zurückgegangen ist. Das ist erfreulich. Dies wurde bereits im vorherigen Bericht in Abschnitt 6.1.2 erwähnt.

5.2.2. Hindernisumfahrung mit der Funktion "Obstacle-Circumvention"

Es zeigte sich, dass die Hindernisumfahrung (siehe 4.6) nur sehr selten eine Umgehungsroute vorschlägt, meist endet die Berechnung mit dem Hinweis, dass der Operator manuell fahren muss. Dabei blieben die genauen Umstände, wann es funktioniert und wann nicht, unklar.

So hat zeitweise in der Matteenge das Umfahren von zwei hintereinander am rechten Rand parkierten Pkws funktioniert, obwohl die Strecke Richtung Mühlenplatz dort in leichtem Gefälle verläuft, parkende Fahrzeuge auf der Gegenseite stehen und zudem ein relativ schlechtes GPS-Signal vorhanden ist. Wenige Umläufe später an der gleichen Situation war die Berechnung dann jedoch nicht möglich.

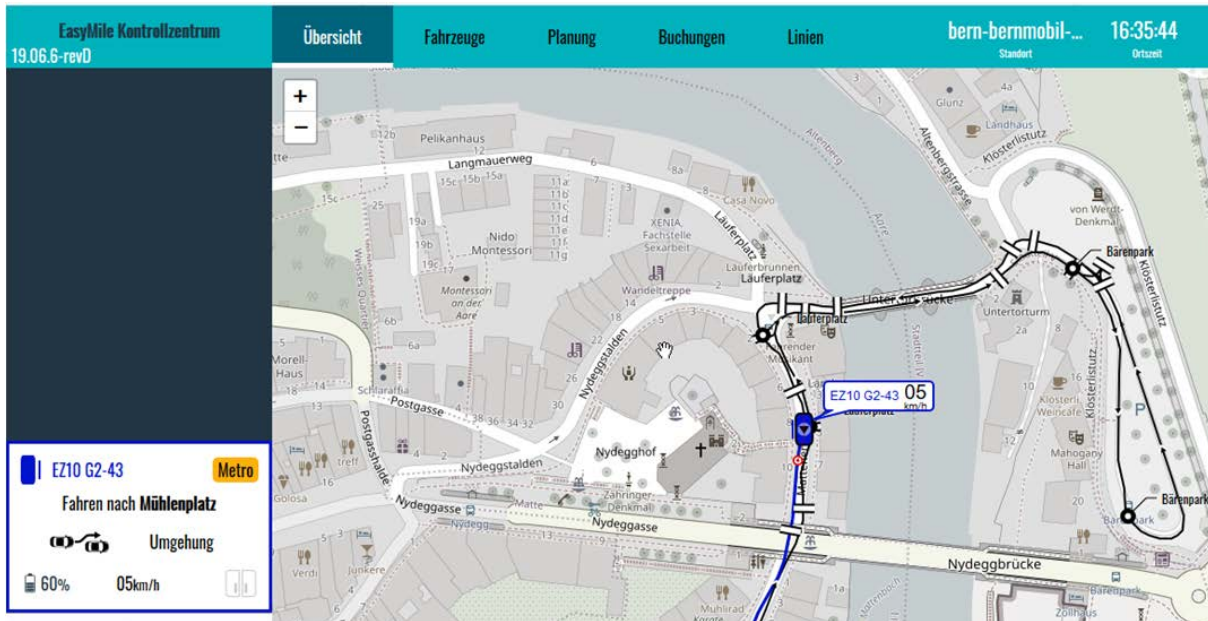


Abbildung 12: Situation Umfahrung Matteenge

Auf der anderen Seite konnten dem Operator trivial erscheinende Umfahrungsvorgänge an der Aarstrasse in vielen Fällen nicht berechnet werden. In dem unten abgebildeten Fall hat die Umfahrung eines mit zwei Rädern auf dem Trottoir parkierten Pkw jedoch funktioniert (rote gestrichelte Linie und roter Punkt).

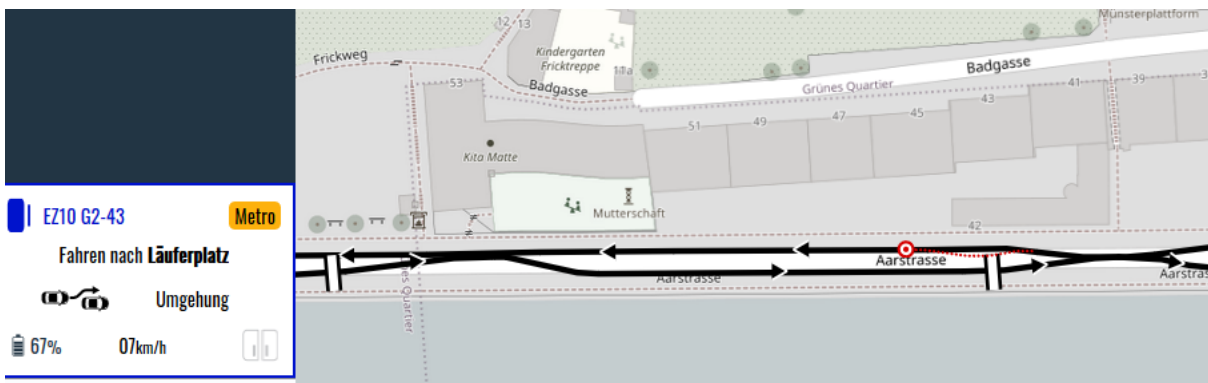


Abbildung 13: Situation Umfahrung Aarstrasse

Hinweis: die Anzeige in der Überwachungssoftware hat sich nicht korrekt wieder zurückgestellt, denn das Fahrzeug befindet sich bereits auf dem Weg in die Gegenrichtung "Fahren nach Läuferplatz".

Immerhin konnte gezeigt werden, dass das Umfahren auch auf der anspruchsvollen Pilotstrecke dieses Versuchs funktionieren kann.

5.2.3. Fahrzeug-Verhalten durch schnelleres Anfahren

Das schnellere Anfahren erleichtert für die anderen Verkehrsteilnehmenden die Einschätzung, wie sich das Fahrzeug verhält. Es erleichtert insbesondere die Abbiegevorgänge, z.B. am Läuferplatz, gegenüber dem vorherigen Zustand, wo während des langsamen Anfahrens bereits wieder neue Fahrzeuge in den Kreuzungsbereich eingefahren sind.

5.3. Erkenntnisse hinsichtlich Relevanz der Technologie für regulären ÖV Betrieb

Generelle Anmerkungen ergänzend zu den Aussagen im ersten Zwischenbericht.

Das EasyMile System bringt eine vielversprechende Sensortechnik und Software sowie ein durchdachtes Backend-System. Leider können diese nicht im gewünschten Umfang getestet werden, weil das von Ligier produzierte Basis-Fahrzeug sehr häufig technische Störungen in konventionellen Antriebsbereich zeigt, was erhebliche Projektressourcen bindet. Die aus den technischen Störungen resultierenden Software Fehlermeldungen sind für den Betreiber (BERNMOBIL) nicht zu durchschauen und bedürfen einer jeweils zeitaufwändigen Analyse durch EasyMile sowie wiederkehrenden Testfahrten durch das Projektteam. Dadurch werden einerseits enorme Aufwände erzeugt (Umdisponierung Fahrpersonal, Fahrgastinformationen aufschalten, Service-Team aktivieren, usw), andererseits viel Vertrauen der Fahrgäste verspielt, die sich auf das Angebot der Linie 23 nicht verlassen können. Letzteres war sicher ein wichtiger Faktor, warum wir so geringe Fahrgastzahlen hatten.

6. Anpassungen Betrieb SFF nach 12 Monaten / Ausblick auf Stufe 2

6.1. Einsatz zweier EZ10 der Nachfolgeneration

Hauptänderung im zweiten Betriebsjahr wird der Einsatz von zwei EZ10 Gen3 Fahrzeugen anstelle des EZ10 Gen2.

6.2. Angebot – Anpassungen aufgrund Baustellen

Weiterhin wird das Angebot situativ an die Baustellen im Perimeter der Pilotstrecke angepasst.

Wegen der seit August 2020 laufenden Werkleitungssanierung in der Schifflaube muss der durchgehende Betrieb Marzilibahn – Bärenpark auf eine Teilstrecke reduziert werden.

7. Quellen

- [1] ASTRA Webseite zu Pilotversuchen: <https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/themen/intelligente-mobilitaet/pilotversuche.html>
- [2] AVOC: Software-Lösung der Firma AMoTech für die Anbindung Automatisierter Fahrzeuge in ein ITCS-Leitsystem: <https://www.amotech.ch/de/angebot/bereich/loesungen>

8. Anhang 1: EasyMile Begriffe

Der Fahrzeug-Lieferant EasyMile verwendet eine Reihe von englischen Fachbegriffen und Spezialbezeichnungen. Diese werden in nachfolgender Tabelle kurz erklärt.

Operator	Begleitperson auf dem selbstfahrenden Fahrzeug EZ10, Ausbildung durch zertifizierten EasyMile "Training Officer"
Chief Operator	Zusatzausbildung zum "Operator", zusätzliches Wissen zur Störungsbehebung und Zugriff auf das Helpdesk-System
Training Officer	Zusatzausbildung mit der Berechtigung, weitere Personen zum "Operator" auszubilden. Voraussetzung: "Chief Operator" und ausreichend Praxiserfahrung mit dem Fahrzeug
Maintenance Officer	Ausbildung zur Ausführung von Wartungsarbeiten "Level 1" am Fahrzeug und für den manuellen Betrieb des Fahrzeugs
Setup Designer (Level 1 oder 2)	Berechtigt zur Programmierung des Fahrzeugs auf einer "Site". Level 1: nur einfache Demostrecken, Level 2: auch anspruchsvollere Strecken. Ausbildung durch EasyMile in Toulouse, für Level 2 Praxiserfahrung als Level 1 Designer
Maintenance Level 1	Alle Wartungsarbeiten rund um die Fahrzeugtechnik (Mechanik, Elektrik, Chassis) – ohne Sensoren und Software
Maintenance Level 2	Kompliziertere Wartungsarbeiten an Sensoren, Software etc. sind EasyMile vorbehalten
Site	Kartografiertes und in der Software hinterlegtes Einsatzgebiet mit zusammenhängenden Strecken und mehreren Haltestellen.
SiteAssessmentReport	Bericht zur Beurteilung einer "Site" für die Befahrung mit dem Fahrzeug EZ10, vor der Programmierung
SiteAcceptanceReport	Abschliessender Bericht nach der Programmierung, dass die "Site" zur Befahrung mit dem EZ10 von EasyMile freigegeben ist
SiteCC	Benutzerschnittstelle zur Backend-Software EZ-Maestro (Fleetmanagement)
EZ-Maestro	Backend-Software zur Überwachung der Fahrzeuge auf der Site
EZ-Move	Core-Control, low level embedded Software auf dem Fahrzeug
EZ-Drive	EM Navigator, high level embedded Software auf dem Fahrzeug