

No LimITS

Neue ökonomische Entwicklungen von Modellen für innovative intelligente Verkehrssysteme (ITS)

Innovationen für nachhaltige Mobilität, Elektromobilität

Deliverable D3

Integrierte Systemarchitektur

Version	1.0
Projektkoordination	Siemens AG
Fälligkeitsdatum	30.06.2017
Erstellungsdatum	30.06.2017
FKZ BMVI	03EM0405

Gefördert vom



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Koordiniert durch:



Nationale Organisation
Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie

aufgrund eines Beschlusses des
Deutschen Bundestages

Dieses Dokument wurde von der htw saar erstellt.

Projektkoordination

Ilka Heidschwager
Siemens AG
Corporate Technology
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München, Deutschland

Telefon +49 89 636-633934
Fax +49 89 636-41423
E-mail ilka.heidschwager@siemens.com

Vertraulich! Dieses Dokument ist ausschließlich für die vertrauliche Verwendung nach Maßgabe der Zuwendungsbescheide des Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur zu dem Vorhaben "No LimITS Neue ökonomische Entwicklungen von Modellen für innovative intelligente Verkehrssysteme (ITS)" bestimmt.

© Copyright 2017 No LimITS (Koordinator: Siemens AG, München). Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt und darf nur für Zwecke des Vorhabens No LimITS genutzt werden.

Beiträge wurden verfasst von:

Christoph Drost, htw saar

Fabian Maas genannt Bempohl, DFKI GmbH

Andreas Otte, htw saar

Florian Petry, htw saar

Versionsübersicht

Version	Datum	Beschreibung
0.0	2016-10-28	Struktur erstellt.
0.1	2017-06-01	Fertig für Review
1.0	2017-06-30	Final

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	1
1.1	Ziele des Dokuments	1
1.2	Inhalt des Dokuments.....	1
2	METHODIK ZUR ANFORDERUNGSERMITTLUNG	3
2.1	User-Stories	3
2.2	Use-Cases.....	4
2.2.1	Identifizierte Akteure	4
2.2.2	Identifizierte Use-Cases	15
2.3	Anforderungen an die Architektur	22
2.4	Failure mode and effects analysis	23
3	KOMMUNIKATIONSARCHITEKTUR	25
3.1	Entstehung.....	25
3.2	Anpassungen im Rahmen von No Limits.....	26
3.2.1	Service Directory	27
3.2.2	Service Provider	28
3.2.3	Communication Networks	28
3.2.4	ITS-Mobile-Station	29
4	BESCHREIBUNG DES DEMONSTRATORS.....	30
4.1	Identifikation der Akteure	30
4.1.1	Service Directory	31
4.1.2	Parking Service Provider	32
4.1.3	Charging Service	33
4.1.4	Public Transport Service	33
4.1.5	Car Sharing Service	33
4.1.6	Mobility Service Provider	34
4.2	Nachrichtenverlauf innerhalb des Demonstrators	35
5	BESCHREIBUNG DER STÖRSZENARIEN	38
5.1	Störszenario 1: Fehler bei der Parkplatzbuchung	38

5.2	Störszenario 2: Parkplatz belegt	39
5.3	Störszenario 3: Software Regression	39
5.4	Störszenarien: Fazit	40
A 1	CAR SHARING PROVIDER	43
A 1.1	Base Path	43
A 1.2	Operations	43
A 1.2.1	Query all managed vehicles	43
A 1.2.2	Get vehicle by Identifier	44
A 1.2.3	Book a vehicle	45
A 1.2.4	Confirm a booking	46
A 1.2.5	Cancel a booking	47
A 1.3	Dataformat	48
A 2	CHARGING INFRASTRUCTURE PROVIDER	51
A 2.1	Base Path	51
A 2.2	Operations	51
A 2.2.1	Query charging stations by geoarea	51
A 2.2.2	Get charging station by id	51
A 2.2.3	Reserve a charging station	52
A 2.2.4	Cancel a reservation	53
A 2.2.5	Request a reservation	54
A 2.3	Dataformats	54
A 3	PARKING CONTROL PROVIDER	57
A 3.1	Base Path	57
A 3.2	Operations	57
A 3.2.1	Query Parking Lots	57
A 3.2.2	Get Parking Lot	58
A 3.2.3	Place a booking	59
A 3.2.4	Confirm a booking	60
A 3.2.5	Cancel a booking	61
A 3.3	Dataformat	62
A 4	PUBLIC TRANSPORT SERVICE PROVIDER	65
A 4.1	Base Path	65

A 4.2	Operations	65
A 4.2.1	Query Routes	65
A 4.2.2	Query single route by ID	66
A 4.2.3	Place a booking	66
A 4.2.4	Confirm a booking	68
A 4.2.5	Cancel a booking	69
A 4.3	Dataformats.....	70
A 5	FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS.....	72
A 5.1	Systemsicht.....	72
A 5.2	Systemkomponentensicht	73
A 5.3	Kundensicht	76

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Übersicht Akteure.....	4
Abbildung 2 Authentication Provider Use-Case Diagramm.....	5
Abbildung 3 Battery Infrastructure Provider Use-Case Diagramm.....	6
Abbildung 4 Car Sharing Provider Use-Case Diagramm.....	7
Abbildung 5 Charging Infrastructure Provider Use-Case Diagramm	8
Abbildung 6 Energy Provider Use-Case Diagramm	8
Abbildung 7 Mobility Plattform Provider Use-Case Diagramm	9
Abbildung 8 Parking Control Provider Use-Case Diagramm	10
Abbildung 9 Public Transport Provider Use-Case Diagramm.....	11
Abbildung 10 Road Infrastructure Provider Use-Case Diagramm	11
Abbildung 11 Routing Service Provider Use-Case Diagramm	12
Abbildung 12 Service Directory Use-Case Diagramm	13
Abbildung 13 Traffic Information Provider Use-Case Diagramm	14
Abbildung 14 User Equipment Use-Case Diagramm	15
Abbildung 15 Übersicht der Kommunikationsarchitektur	26
Abbildung 16 Diensteantrag und –abfrage.....	31
Abbildung 17 Sequenzdiagramm des Buchungsvorgangs des Parking Services.....	32
Abbildung 18 Aggregation von zwei Diensten zu einem Dienst	34
Abbildung 19 Mobility Service Provider Weboberfläche.....	35
Abbildung 20 Buchungsprozess in der Umsetzung des Demonstrators.....	36
Abbildung 21 Kommunikation der beteiligten Komponenten.....	37
Abbildung 22 Fehlermeldung zur Nutzerinformation „Buchung fehlgeschlagen“	39
Abbildung 23 Test Suite zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit der Softwarekomponenten	40

1 EINLEITUNG

Das Projekt No Limits hat zum Ziel die Stellung der Elektromobilität in der Mobilitätslandschaft im urbanen und suburbanen Raum durch den Einsatz von intelligenten Kommunikationstechnologien zu verbessern. Als Basis dessen, dient eine Systemarchitektur, die es ermöglicht, elektrisch betriebene Fahrzeuge besser in einen Systemverbund aus Mobilitätsdienstleistungen integrieren zu können.

Bereits im Forschungsprojekt CONVERGE [3] ist eine Systemarchitektur entstanden, die eine Grundlage für die Integration von Fahrzeugen und Dienstleistern bildet. Diese Systemarchitektur bildet die Basis von No Limits. Innerhalb des Forschungsprojekts No Limits wird die Weiterentwicklung dieses Architekturansatzes vorgenommen. Diese Weiterentwicklung soll die Integration von Elektrofahrzeugen in das Gesamtsystem sicherstellen.

Das Konzept zur Erweiterung der vorhandenen Architektur wird durch einen Demonstrator validiert. Dazu werden ausgewählte Funktionalitäten implementiert und getestet. Ziel dieser Umsetzung ist die Erprobung der Fähigkeit zur Verkettung einzelner Dienstleistungsangeboten, wie beispielsweise Car-Sharing Angeboten und Elektromobilitätsdienste wie die Bereitstellung von kombinierten Park- und Ladeinfrastrukturen. Als Grundlage für die Bereitstellung dieser Dienste dient der hybride Kommunikationsansatz von CONVERGE, der die Kommunikationsmedien Mobilfunk und ETSI ITS-G5 vorsieht. Die Verwendbarkeit dieses hybriden Kommunikationsansatzes soll für die speziellen Bedürfnisse der Elektromobilität getestet werden.

Als exemplarische Verifikation der Architektur wird eine Analyse von identifizierten potentiellen Störszenarien durchgeführt. Diese Analyse ermöglicht das Finden von zusätzlich zu berücksichtigenden Anforderungen an die Architektur und deren Implementierung.

1.1 Ziele des Dokuments

Das Ziel dieses Dokumentes ist es, die Architektur, die wichtigsten Teile der angewandten Methodik im Entwicklungsprozess und die Umsetzung im Rahmen des Demonstrators, samt der exemplarischen Verifikation der Störszenarien zu dokumentieren.

1.2 Inhalt des Dokuments

Im Kapitel 2 wird die Methodik zur Anforderungsermittlung beschrieben, die auf visionären Szenarien, den Experten-Interviews und der sogenannten Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) basiert. Die nach dem Vorbild der im Forschungsprojekt CONVERGE entwickelten Architektur gestaltete und aus den in Kapitel 2 identifizierten Anforderungen resultierende Kommunikationsarchitektur ist im Kapitel 3 dokumentiert. Die aus der Anforderungsermittlung identifizierten Service Provider, die für die Umsetzung des Demonstrators implementiert werden, und deren Schnittstellen sind im

Kapitel 4 dieses Dokuments beschrieben. Die Störszenarien, die auf Basis der FMEA zur exemplarischen Verifikation des Systems ausgewählt und im Nachgang evaluiert wurden, sind im Kapitel 5 dokumentiert.

2 METHODIK ZUR ANFORDERUNGSERMITTLUNG

Das folgende Kapitel beschreibt die Ermittlung der Anforderungen an eine Architektur, die die besonderen Bedürfnisse der Elektromobilität erfüllt. Als prototypische Realisierung leiten sich die Anforderungen an den Demonstrator und eventuelle Störszenarien direkt aus den Anforderungen an die Architektur ab.

Der Ausarbeitung der Anforderungen liegt eine genaue Betrachtung der aktuellen Situation und eine Betrachtung der visionären Perspektive möglicher Einsatzziele zugrunde. Diese Visionen wurden in Form von User-Stories im Rahmen von durchgeführten Workshops erarbeitet.

User-Stories bildeten außerdem die Arbeitsgrundlage für weitere Workshops. Diese Workshops dienen wiederum der Extraktion von Use-Cases aus den definierten User-Stories. Diese extrahierten Use-Cases ermöglichen eine genauere Betrachtung der Anforderungen, da sie die allgemeinen Fähigkeiten der Architektur als spezifizierbare Prozesse mit den ausführenden Akteuren darstellen. Eine genauere Spezifikation der zu erbringenden Funktionalitäten erlaubt auch eine Untersuchung auf kritische Schwachstellen. Diese Untersuchung wurde mithilfe der Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Methode durchgeführt. Anhand dieser Analyse wurden bereits im Vorfeld besondere Anforderungen an die Architektur und deren Umsetzung erkannt. Aus den definierten Funktionalitäten und der durch die FMEA identifizierten Anforderungen werden mithilfe der Methode „Requirement Analysis“ in Workshops letztendlich die Anforderungen an die Systemarchitektur definiert.

2.1 User-Stories

Eines der Ziele von No Limits ist die Schaffung der Grundlage für eine offene Mobilitätsplattform, die die speziellen Bedürfnisse der Elektromobilität adressiert. Der Entwicklungsprozess dieser Grundlage sieht die Transformation der visionären Betrachtungen zu bewertbaren Anforderungen vor. Eine Beschreibung der Vision findet in Form von User-Stories statt. In diesem Kontext erlauben User-Stories die Beschreibung von Handlungsabläufen, ohne dabei technische Einzelheiten oder aktuell verfügbare Lösungen betrachten zu müssen. Dadurch steht die Funktion im Vordergrund. Eine Bewertung der Realisierbarkeit oder Einschränkungen aufgrund verfügbarerer Technik oder Marktsituationen finden an dieser Stelle nicht statt.

Im Rahmen von No Limits wurden die User-Stories innerhalb von Workshops entwickelt. Die dabei angewandten Kreativitätstechniken und die Transformation zu Business-Use-Cases sind im Dokument *No Limits Deliverable 1.2* [1] beschrieben.

Exemplarisch für alle User-Stories dient die in den Business-Use-Cases enthaltene User-Story 5 als Beispiel. Sie beschreibt den Pendler Hans und seinen täglichen Arbeitsweg. Dieser ca. 30 km lange Arbeitsweg kann mit der Bahn oder einem Kraftfahrzeug bewältigt werden. Die Vision von No Limits ist, dass das System unter der Berücksichtigung von Reisezeit und Umweltschutz eine passende multimodale Route für Hans ermittelt. Diese

Routenberechnung berücksichtigt aktuelle Ereignisse, wie beispielsweise ein verspäteter Zug, oder ein nicht verfügbares Car-Sharing-Fahrzeug. Neben der reinen Berechnung und Anzeige der Route bucht das System sämtliche Verkehrsmittel und bietet sowohl eine Benutzerauthentifizierung als auch einen Abrechnungsservice.

2.2 Use-Cases

Während erster Workshops wurden sechs User-Stories identifiziert. Der weitere Transformationsprozess von User-Stories zu vollwertigen und bewertbaren Anforderungen sieht weitere Workshops zum Analysieren der vorhandenen User-Stories vor. Das Ziel dieser Workshops ist die Identifikation von Use-Cases und der an ihnen beteiligten Akteure und stellt damit ein Zwischenziel der Transformation von User-Story zu Architektur-Requirements dar.

Use-Cases beschreiben im Vergleich zu User-Stories konkretere Ziele einer Handlung. Dadurch erlauben sie eine Benennung und eine Strukturierung der in einer User-Story enthaltenen Einzelhandlungen. Diese Einzelhandlungen der in Abschnitt 2.1 vorgestellten exemplarischen User Story dienen dann als Grundlage der Entwicklung des in Kapitel 4 beschriebenen Demonstrators. Im Rahmen des Projekts No Limits wurden in Workshops aus den bereits identifizierten User-Stories die jeweils beteiligten Akteure und Use-Cases extrahiert. Eine Beschreibung dieser Akteure und Use-Cases findet im folgenden Abschnitt statt.

2.2.1 Identifizierte Akteure

Akteure interagieren über die Use-Cases mit dem System. Dabei kann ein Akteur eine Person oder selber ein System sein. Akteure, die selbst ein System sind, können verschiedene Use-Cases erfüllen.

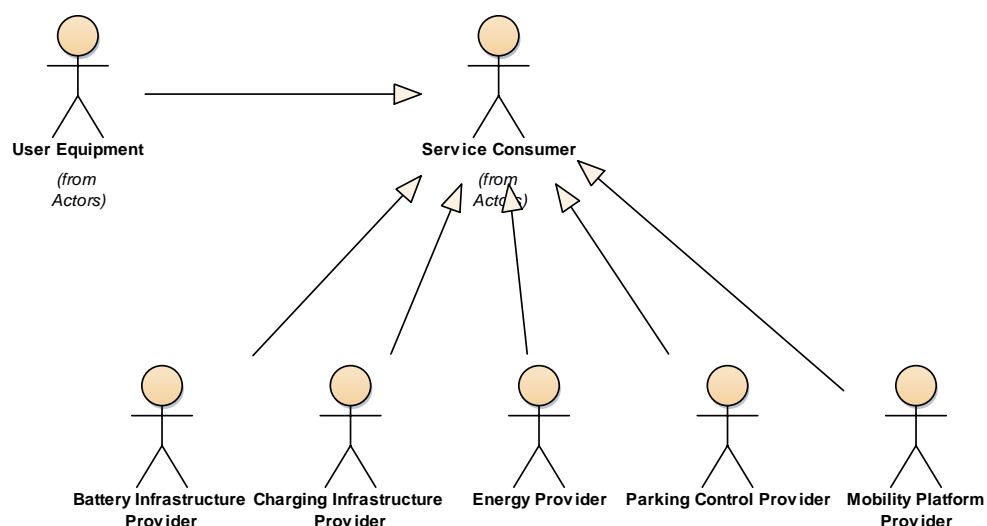


Abbildung 1 Übersicht Akteure

Bereits im Forschungsprojekt CONVERGE fand eine genauere Betrachtung der am System beteiligten Akteure mit Transformation in ein institutionelles Rollenmodell und eine Bewertung dieser Akteure statt. No Limits legt bei seiner Betrachtung die aus CONVERGE vorhandenen Akteure zugrunde und erweitert diese um die spezifischen Akteure aus dem Bereich Elektromobilität. Die identifizierten Akteure sind in Abbildung 1 Übersicht Akteure dargestellt. Die Abbildung zeigt fünf Service Provider, die durch die Rolle des Service Consumers generalisiert werden. Das macht deutlich, dass ein Service Provider die Dienste anderer Service Provider nutzen kann. Der Akteur User Equipment hingegen ist ausschließlich der Rolle des Service Consumers untergeordnet.

Im Folgenden findet eine detailliertere Spezifikation der einzelnen Akteure statt. Diese Spezifikationen enthalten die vom Akteur erbrachten Use-Cases, eine Beschreibung des Akteurs und weitere Akteure, die mit dem beschriebenen Akteur interagieren. Eine detaillierte Beschreibung der Use-Cases findet im Abschnitt 2.2.2 statt.

Akteur	
Name:	Authentication Provider
Erbrachte Use-Cases:	UC-113: Authenticate
Beteiligte Akteure:	Service Consumer, andere Service Provider
Beschreibung:	Der Authentication Provider ermöglicht eine systemweite Authentisierung von Service Consumern gegenüber Service Providern. Durch die so mögliche Nutzung von vertrauenswürdigen Pseudonymen wird sowohl die Sicherheit innerhalb des Systems als auch der Datenschutz im System erhöht.
Abbildung:	Abbildung 2 Authentication Provider Use-Case Diagramm

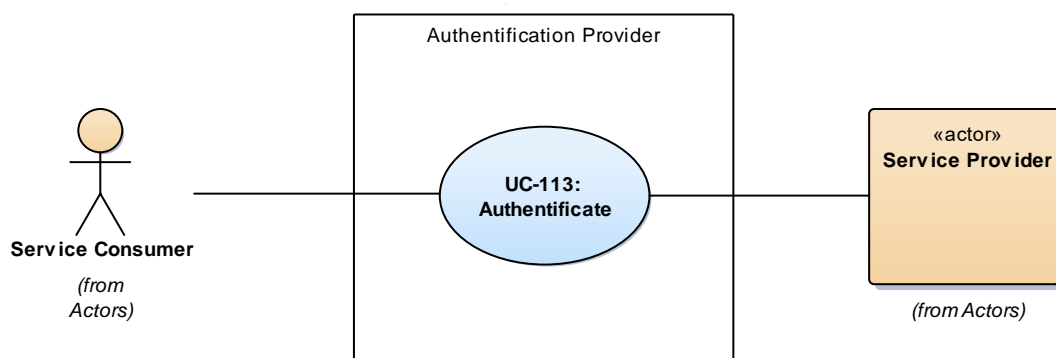


Abbildung 2 Authentication Provider Use-Case Diagramm

Akteur	
Name:	Battery Infrastructure Provider
Erbrachte Use-Cases:	UC-110, UC-111
Beteiligte Akteure:	Service Consumer
Beschreibung:	Der Battery Infrastructure Provider ermöglicht einen Verzeichnisdienst für Batterieaustauschsysteme und die Reservierung von Batterien an solchen Systemen.
Abbildung:	Abbildung 3 Battery Infrastructure Provider Use-Case Diagramm

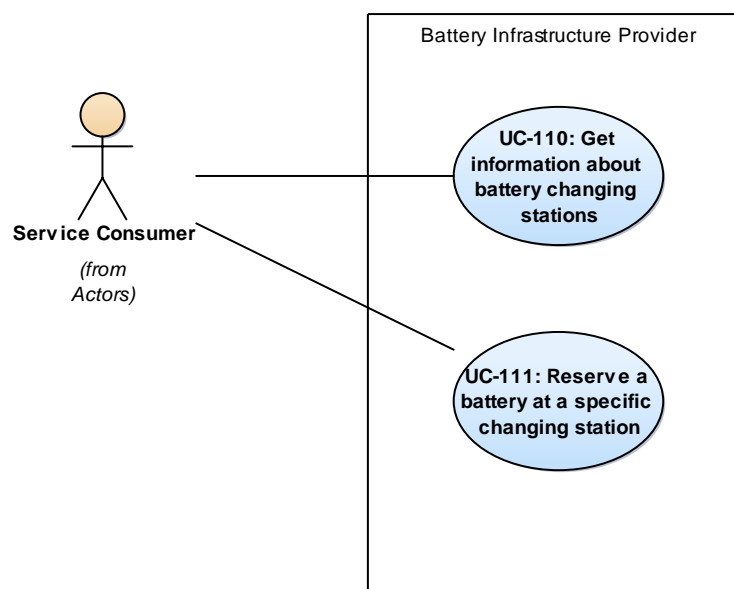


Abbildung 3 Battery Infrastructure Provider Use-Case Diagramm

Akteur	
Name:	Car Sharing Provider
Erbrachte Use-Cases:	UC-115, UC-116, UC-117
Beteiligte Akteure:	Service Consumer, IVS
Beschreibung:	Der Car Sharing Provider bietet einen Verzeichnisdienst mit Möglichkeit zur Buchung für Car Sharing Fahrzeuge.

Weiterhin steuert er das Öffnen und Freischalten dieser Fahrzeuge nach dem Buchen.

Abbildung: Abbildung 4 Car Sharing Provider Use-Case Diagramm

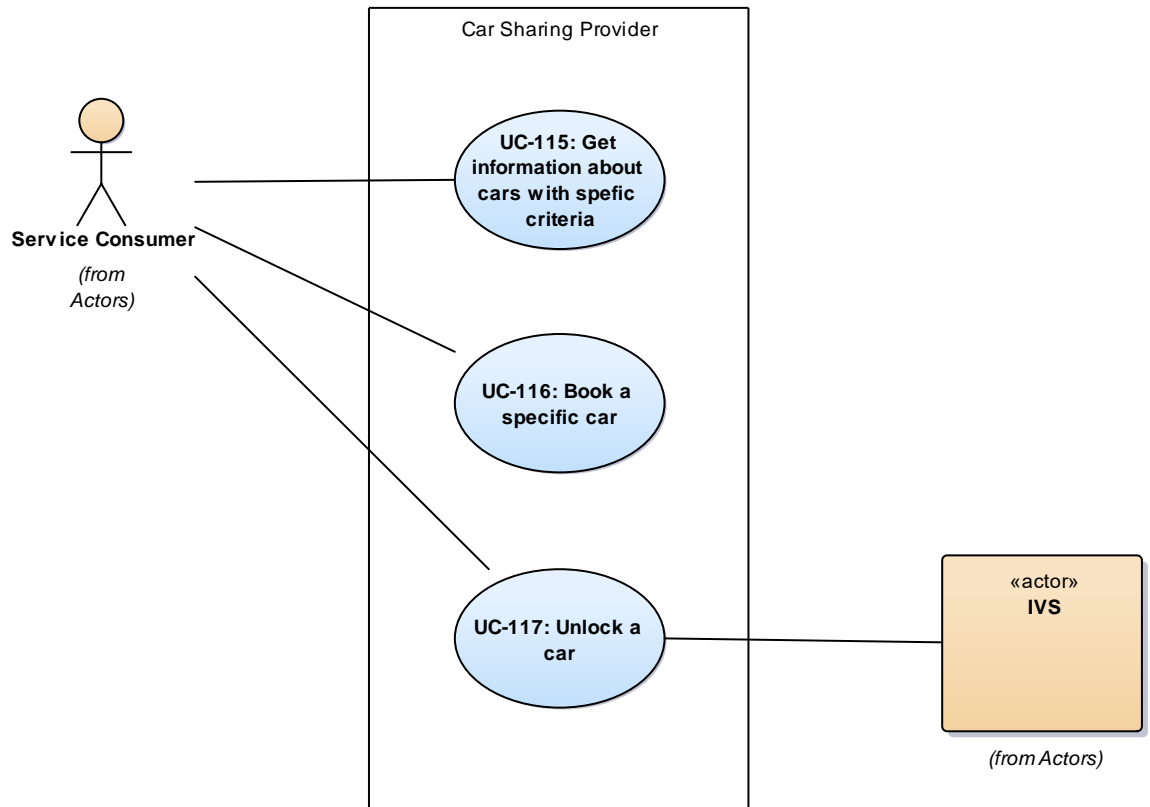


Abbildung 4 Car Sharing Provider Use-Case Diagramm

Akteur	
Name:	Charging Infrastructure Provider
Erbrachte Use-Cases:	UC-107, UC-108
Beteiligte Akteure:	Service Consumer
Beschreibung:	Der Charging Infrastructure Provider bietet einen Verzeichnisdienst für Ladesäulen mit der Möglichkeit zur Buchung dieser Ladesäulen.
Abbildung:	Abbildung 5 Charging Infrastructure Provider Use-Case Diagramm

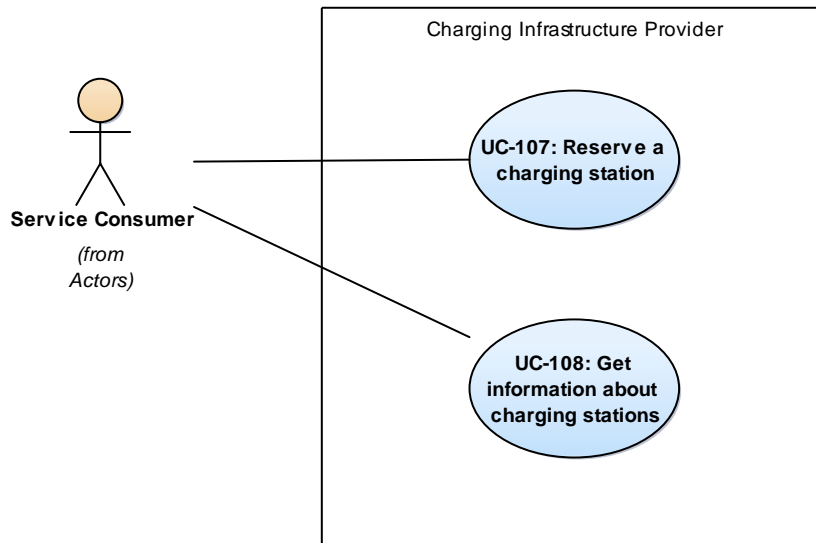


Abbildung 5 Charging Infrastructure Provider Use-Case Diagramm

Akteur	
Name:	Energy Provider
Erbrachte Use-Cases:	UC-109
Beteiligte Akteure:	Service Consumer
Beschreibung:	Der Energy Provider bietet Informationen zu aktuellen Energiepreisen.
Abbildung:	Abbildung 6 Energy Provider Use-Case Diagramm

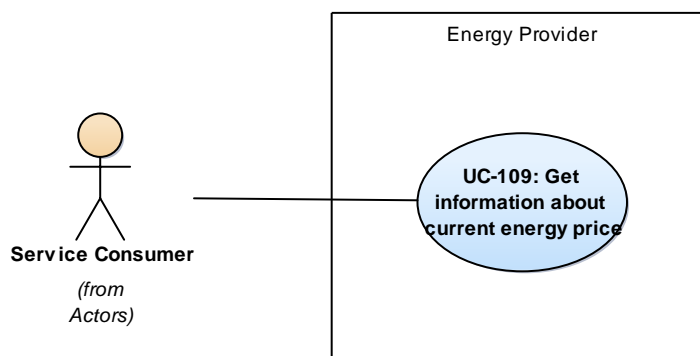


Abbildung 6 Energy Provider Use-Case Diagramm

Akteur	
Name:	Mobility Plattform Provider
Erbrachte Use-Cases:	UC-123, UC-124
Beteiligte Akteure:	Service Consumer, Car Sharing Provider, Public Transport Provider
Beschreibung:	Der Mobility Plattform Provider aggregiert die Routen verschiedener Provider, die Verkehrsmittel anbieten, und bietet damit Informationen zu einer multimodale Route mit der Möglichkeit zur Buchung dieser Route an.
Abbildung:	Abbildung 7 Mobility Plattform Provider Use-Case Diagramm

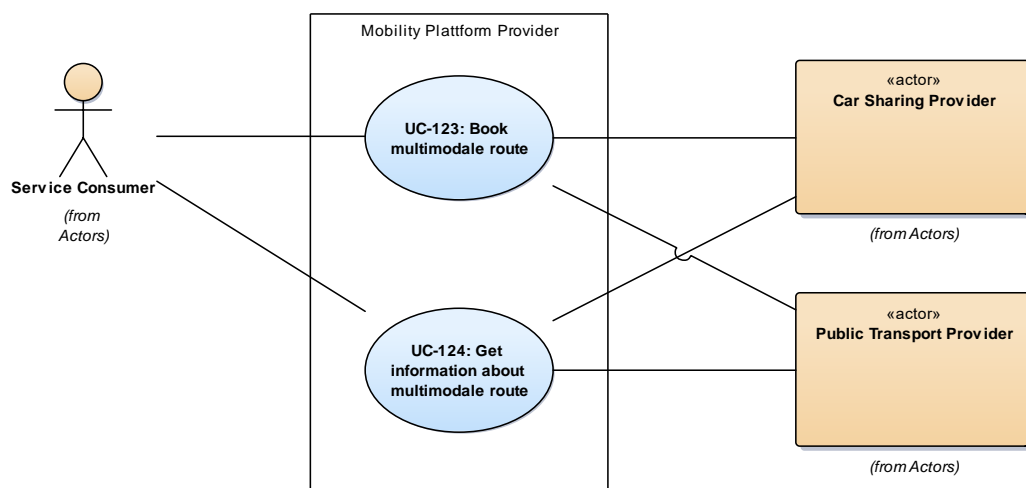


Abbildung 7 Mobility Plattform Provider Use-Case Diagramm

Akteur	
Name:	Parking Control Provider
Erbrachte Use-Cases:	UC-104, UC-106
Beteiligte Akteure:	Service Consumer, Charging Infrastructure Provider, Battery Infrastructure Provider
Beschreibung:	Der Parking Control Provider bietet Informationen über Parkplätze und die Möglichkeit zur Buchung dieser Parkplätze.
Abbildung:	Abbildung 8 Parking Control Provider Use-Case Diagramm

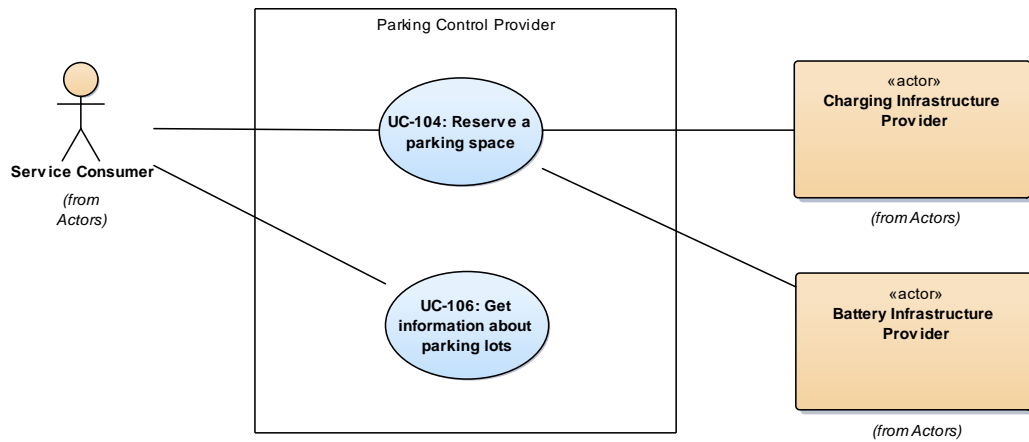


Abbildung 8 Parking Control Provider Use-Case Diagramm

Akteur	
Name:	Public Transport Provider
Erbrachte Use-Cases:	UC-118, UC-119
Beteiligte Akteure:	Service Consumer
Beschreibung:	Der Public Transport Provider bietet Informationen über Verbindungen des öffentlichen Personennahverkehrs und die Möglichkeit zur Buchung dieser Verbindungen.
Abbildung:	Abbildung 9 Public Transport Provider Use-Case Diagramm

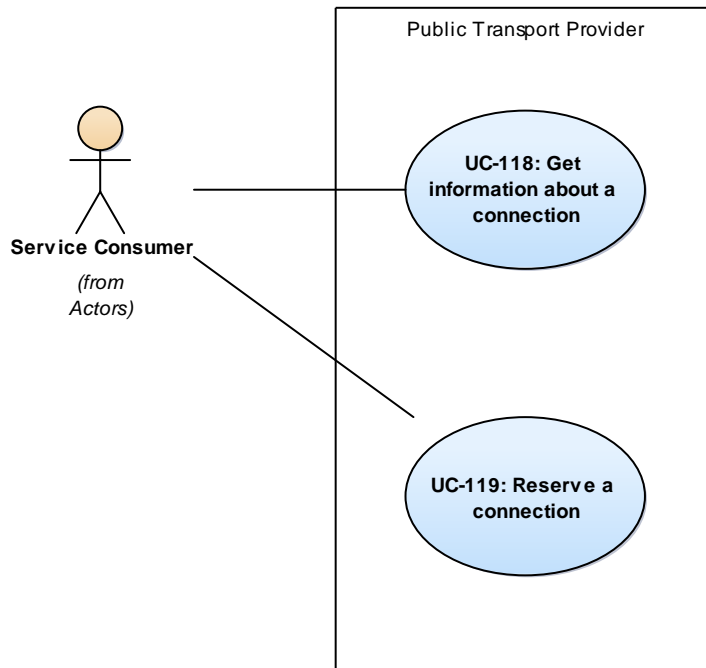


Abbildung 9 Public Transport Provider Use-Case Diagramm

Akteur	
Name:	Road Infrastructure Provider
Erbrachte Use-Cases:	UC-120
Beteiligte Akteure:	Service Consumer
Beschreibung:	Der Road Infrastructure Provider bietet Informationen über die Beschilderung von Streckenabschnitten.
Abbildung:	Abbildung 10 Road Infrastructure Provider Use-Case Diagramm

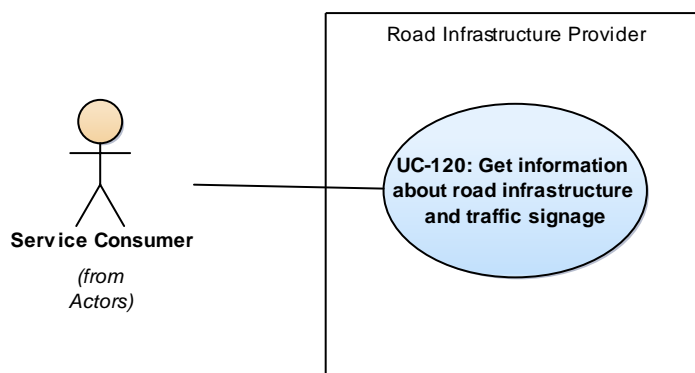


Abbildung 10 Road Infrastructure Provider Use-Case Diagramm

Akteur	
Name:	Routing Service Provider
Erbrachte Use-Cases:	UC-121
Beteiligte Akteure:	Service Consumer, Traffic Information Provider
Beschreibung:	Der Routing Service Provider berechnet anhand aktueller Daten und verfügbarer Reisemittel eine multimodale Route.
Abbildung:	Abbildung 11 Routing Service Provider Use-Case Diagramm

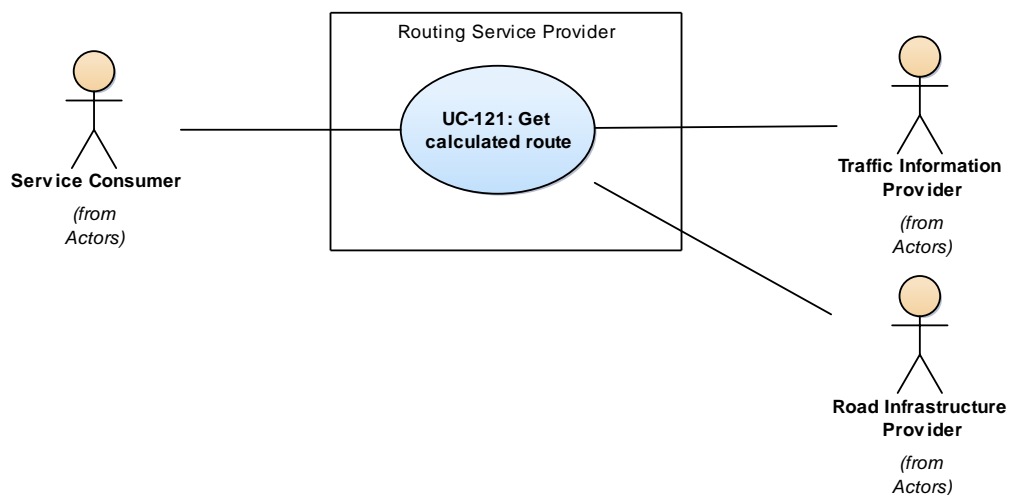


Abbildung 11 Routing Service Provider Use-Case Diagramm

Akteur	
Name:	Service Directory
Erbrachte Use-Cases:	UC-137, UC-138, UC-139
Beteiligte Akteure:	Service Consumer, Service Provider
Beschreibung:	Das Service Directory ist ein Verzeichnisdienst, der die verfügbaren Services und ihre Funktionalitäten listet.
Abbildung:	Abbildung 12 Service Directory Use-Case Diagramm

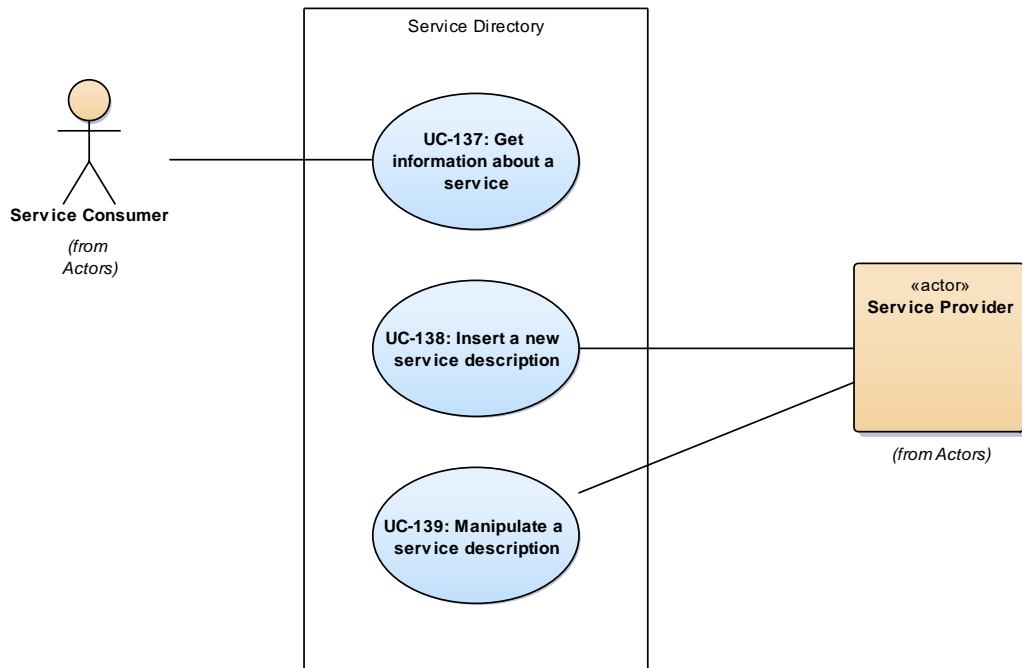


Abbildung 12 Service Directory Use-Case Diagramm

Akteur	
Name:	Traffic Information Provider
Erbrachte Use-Cases:	UC-122
Beteiligte Akteure:	Service Consumer
Beschreibung:	Der Traffic Information Provider bietet Informationen über die aktuelle Verkehrslage.
Abbildung:	Abbildung 13 Traffic Information Provider Use-Case Diagramm

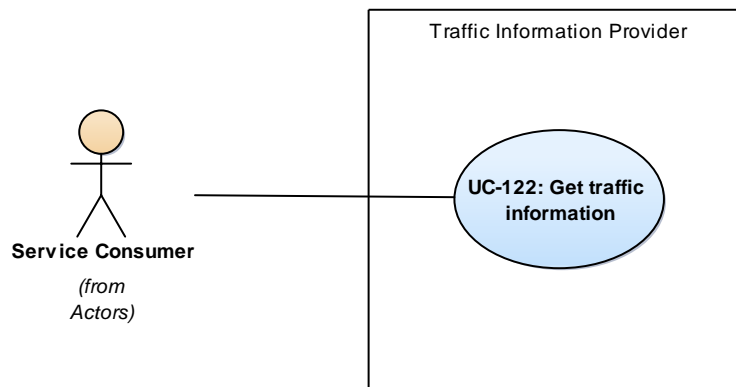


Abbildung 13 Traffic Information Provider Use-Case Diagramm

Akteur	
Name:	User Equipment
Erbrachte Use-Cases:	UC-128, UC-129, UC-130, UC-131, UC-132, UC-134, UC-135, UC-136
Beteiligte Akteure:	User, Parking Control Provider, Charging Infrastructure Provider, Mobility Plattform Provider, Routing Service Provider, Traffic Information Provider
Beschreibung:	Das User Equipment bietet dem User eine Schnittstelle zu den Services und ist damit die Voraussetzung zur Nutzung des Systems.
Abbildung:	Abbildung 14 User Equipment Use-Case Diagramm

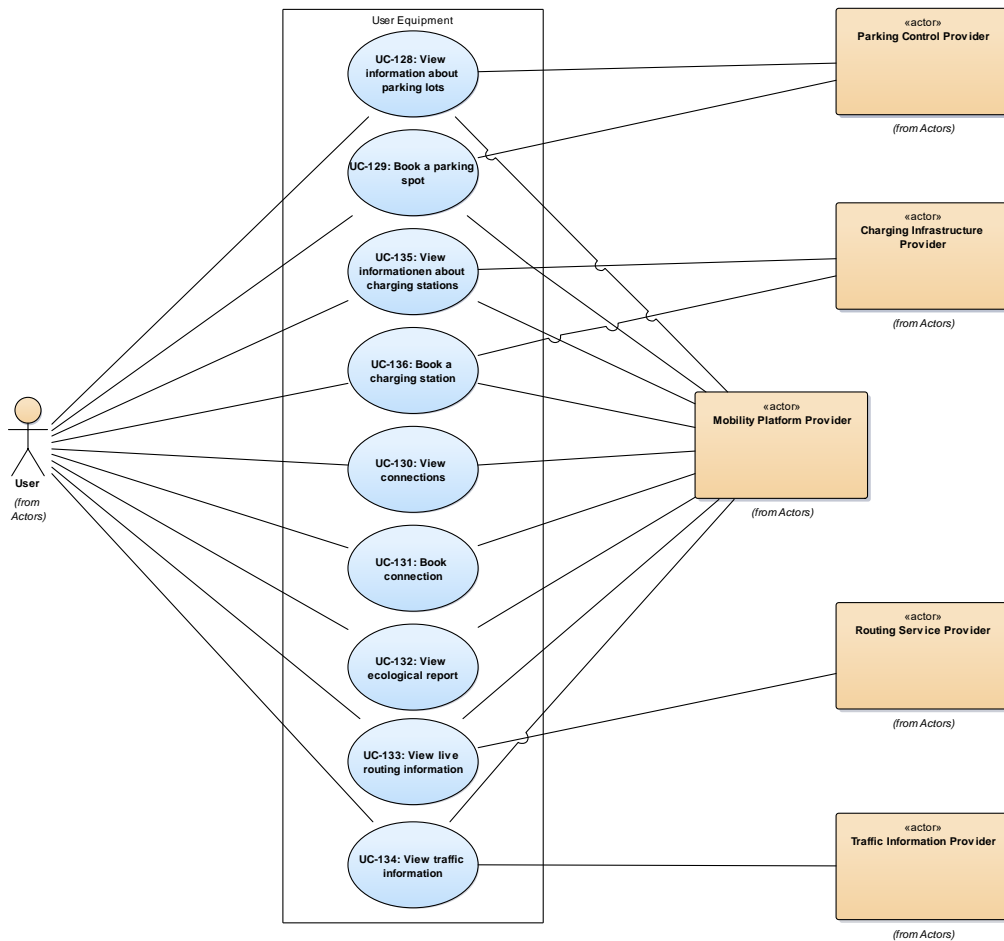


Abbildung 14 User Equipment Use-Case Diagramm

2.2.2 Identifizierte Use-Cases

Das Ergebnis der Analyse der User Stories sind identifizierte Akteure und identifizierte Use-Cases. Eine Beschreibung der Akteure findet in Abschnitt 2.2.1 statt. Der folgende Abschnitt beschreibt die identifizierten Use-Cases und erläutert sie.

Use-Case	
Name:	UC-104 Reserve Parking space
Beteiligte Akteure:	Service Consumer, Parking Control Provider, Charging Infrastructure Provider, Battery Infrastructure Provider
Beschreibung:	Der Service Consumer reserviert einen Parkplatz.

Use-Case

Name:	UC-106 Get information about parking lots
Beteiligte Akteure:	Service Consumer, Parking Control Provider
Beschreibung:	Der Service Consumer erhält Informationen über freie Parkplätze.

Use-Case	
Name:	UC-107 Reserve a charging station
Beteiligte Akteure:	Service Consumer, Charging Infrastructure Provider
Beschreibung:	Der Service Consumer reserviert eine Ladesäule.

Use-Case	
Name:	UC-108 Get information about charging stations
Beteiligte Akteure:	Service Consumer, Charging Infrastructure Provider
Beschreibung:	Der Service Consumer informiert sich über die verfügbaren Ladesäulen.

Use-Case	
Name:	UC-109 Get information about current energy price
Beteiligte Akteure:	Service Consumer, Energy Provider
Beschreibung:	Der Service Consumer informiert sich über den aktuellen Strompreis.

Use-Case	
Name:	UC-110 Get information about battery changing stations
Beteiligte Akteure:	Service Consumer, Battery Infrastructure Provider
Beschreibung:	Der Service Consumer informiert sich über die verfügbaren Batterietauschstationen.

Use-Case	
Name:	UC-111 Reserve a battery at a specific changing station
Beteiligte Akteure:	Service Consumer, Battery Infrastructure Provider.
Beschreibung:	Der Service Consumer reserviert eine Batterie an einer bestimmten Tauschstation.

Use-Case	
Name:	UC-113 Authenticate
Beteiligte Akteure:	Service Consumer, Authentication Provider
Beschreibung:	Die Identität des Service Consumers wird bestätigt.

Use-Case	
Name:	UC-115 Get information about cars with specific criteria
Beteiligte Akteure:	Service Consumer, Car Sharing Provider
Beschreibung:	Der Service Consumer sucht anhand bestimmter Eigenschaften nach Fahrzeugen.

Use-Case	
Name:	UC-116 Book a specific car
Beteiligte Akteure:	Service Consumer, Car Sharing Provider
Beschreibung:	Der Service Consumer bucht ein bestimmtes Fahrzeug.

Use-Case	
Name:	UC-117 Unlock a car
Beteiligte Akteure:	Service Consumer, Car Sharing Provider, IVS
Beschreibung:	Der Service Consumer bucht ein bestimmtes Fahrzeug.

Use-Case	
Name:	UC-118 Get information about a connection
Beteiligte Akteure:	Service Consumer, Public Transport Provider

Beschreibung:	Der Service Consumer sucht Informationen zu ÖPNV Verbindungen.
----------------------	--

Use-Case	
Name:	UC-119 Reserve a connection
Beteiligte Akteure:	Service Consumer, Public Transport Provider
Beschreibung:	Der Service Consumer reserviert eine ÖPNV Verbindung.

Use-Case	
Name:	UC-120 Get information about road infrastructure
Beteiligte Akteure:	Service Consumer, Road Infrastructure Provider
Beschreibung:	Der Service Consumer erhält Informationen über die Straßenverhältnisse und die aktuelle Signalisierung der Verkehrsanlagen.

Use-Case	
Name:	UC-121 Get calculated route
Beteiligte Akteure:	Service Consumer, Routing Service Provider, Traffic Information Provider, Road Infrastructure Provider
Beschreibung:	Der Service Consumer lässt sich abhängig der aktuellen Straßenverhältnisse eine Route berechnen.

Use-Case	
Name:	UC-122 Get traffic information
Beteiligte Akteure:	Service Consumer, Traffic Information Provider
Beschreibung:	Der Service erhält Informationen über die aktuelle Verkehrslage.

Use-Case	
Name:	UC-123 Book multimodale Route

Beteiligte Akteure:	Service Consumer, Mobility Plattform Provider, Car Sharing Provider, Public Transport Provider
Beschreibung:	Der Service bucht eine multimodale Route.

Use-Case	
Name:	UC-123 Get information about multimodale route
Beteiligte Akteure:	Service Consumer, Mobility Plattform Provider, Car Sharing Provider, Public Transport Provider
Beschreibung:	Der Service Consumer bekommt Informationen zu einer multimodalen Route.

Use-Case	
Name:	UC-124 Book multimodale route
Beteiligte Akteure:	Service Consumer, Mobility Plattform Provider, Car Sharing Provider, Public Transport Provider
Beschreibung:	Der Service Consumer bucht eine multimodale Route.

Use-Case	
Name:	UC-128 View information about parking slots
Beteiligte Akteure:	User, User Equipment, Parking Control Provider, Mobility Plattform Provider
Beschreibung:	Der User lässt sich Informationen zu Parklücken anzeigen.

Use-Case	
Name:	UC-129 Book a parking spot
Beteiligte Akteure:	User, User Equipment, Parking Control Provider, Mobility Plattform Provider
Beschreibung:	Der User bucht eine Parklücke.

Use-Case	
----------	--

Name:	UC-130 View connections
Beteiligte Akteure:	User, User Equipment, Mobility Platform Provider
Beschreibung:	Der User lässt sich Verbindungen anzeigen.

Use-Case	
Name:	UC-131 Book connection
Beteiligte Akteure:	User, User Equipment, Mobility Platform Provider
Beschreibung:	Der User bucht eine Verbindung.

Use-Case	
Name:	UC-132 View ecological report
Beteiligte Akteure:	User, User Equipment, Mobility Platform Provider
Beschreibung:	Der User lässt sich eine ökologische Auswertung seiner Reise erstellen und anzeigen.

Use-Case	
Name:	UC-133 View live routing information
Beteiligte Akteure:	User, User Equipment, Mobility Platform Provider, Routing Service Provider
Beschreibung:	Der User lässt sich Live-Informationen zu seiner Route anzeigen.

Use-Case	
Name:	UC-134 View traffic information
Beteiligte Akteure:	User, User Equipment, Mobility Platform Provider, Traffic Information Provider
Beschreibung:	Der User lässt sich Live-Informationen zu der aktuellen Verkehrslage anzeigen.
Use-Case	
Name:	UC-135 View information about charging stations

Beteiligte Akteure:	User, User Equipment, Mobility Platform Provider, Charging Infrastructure Provider
Beschreibung:	Der User lässt sich Live-Informationen über Ladesäulen anzeigen.

Use-Case	
Name:	UC-136 Book a charging station
Beteiligte Akteure:	User, User Equipment, Mobility Platform Provider, Traffic Information Provider
Beschreibung:	Der User bucht eine Ladsäule.

Use-Case	
Name:	UC-137 Get information about a service
Beteiligte Akteure:	User, Service Directory
Beschreibung:	Der User bekommt Informationen zu einem bestimmten Service.

Use-Case	
Name:	UC-138 Insert a new service description
Beteiligte Akteure:	Service Directory, Beliebiger Service Provider
Beschreibung:	Der Service Provider fügt seine Informationen in das Service Directory ein.

Use-Case	
Name:	UC-139 Manipulate a service description
Beteiligte Akteure:	Service Directory, Beliebiger Service Provider
Beschreibung:	Der Service Provider ändert die Informationen, die er in das Service Directory eingefügt hat.

2.3 Anforderungen an die Architektur

Die im vorangehenden Abschnitt beschriebenen Use-Cases spezifizieren die Funktionalität der No LimITS Plattform. Sie bilden damit die Grundlage für den weiteren Spezifikationsprozess. Dieser sieht im nächsten Schritt die Beschreibung konkreter Anforderungen an die Architektur vor. Neben den extrahierten Use-Cases fließen auch die konkreten Bedürfnisse aktueller Anbieter aus den Bereichen Elektromobilität und ÖPNV ein. Diese Bedürfnisse wurden während quantifizierender Interviews und deren Auswertung ermittelt. Dieser Prozess ist im Dokument *No LimITS Deliverable 1.2: Umfeldanalyse, Status Quo und Handlungsbedarf – Integrierter Bericht der Arbeitspakete AP 1 und AP 2* [1] beschrieben. Der Spezifikationsprozess der Anforderungen an die Architektur sieht Workshops vor. Sie bieten die Möglichkeit, die Anforderungen zu betrachten und die Erkenntnisse in die Spezifikation der Requirements einfließen zu lassen.

Die folgende Tabelle beschreibt die identifizierten Anforderungen an die Architektur:

Tabelle 1 Liste der Requirements

Req.-Nr.	Thema	Logische Komponente
REQ-SYS-022	Mechanism used for authentication of users to services shall be secure and consistent	Kommunikation
REQ-SYS-045	Transfer pseudonymized data of the vehicle	Kommunikation
REQ-SYS-046	Protect transmitted personal data	Kommunikation
REQ-SYS-047	Securely gather and store data	Service Provider
REQ-SYS-048	Transmit only encrypted data in the system compound	Service Provider
REQ-SYS-050	Integrate all road users	Organisation
REQ-SYS-051	Provide information to a specific user or user group	Kommunikation
REQ-SYS-054	Turn data collection off	IVS/IPS
REQ-SYS-055	Prevent creating movement profiles.	Organisation
REQ-SYS-056	provide a service consumer with access to all of its personal data.	Service Provider
REQ-SYS-057	Implemented abide by laws governing data protection	Service Provider

REQ-SYS-100	Service Provider shall reduce the impact of downtimes	Service Provider
REQ-SYS-101	Service Provider should provide a feedback channel	Service Provider
REQ-SYS-102	Service Provider shall be able to handle unexpected unavailability of already booked services	Service Provider
REQ-SYS-103	Service Provider should be able to handle spamming service	Service Provider
REQ-SYS-104	Service Provider should handle non-responding service	Service Provider
REQ-SYS-105	User Equipment should handle non-responding service	IVS/IPS

2.4 Failure mode and effects analysis

Zur Verbesserung der Fehlertoleranz und zur Vorbereitung der Störszenarien (vgl. Abschnitt 5) wurde eine Analyse der möglichen Fehlerarten und deren Auswirkungen durchgeführt. Diese Art der Analyse wird als Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) bezeichnet und ist ein Standardwerkzeug in verschiedenen Industriezweigen bei der Entwicklung von neuen Produkten oder Prozessen, bei denen Zuverlässigkeit und Fehlersicherheit von großer Bedeutung sind.

Ausgehend von den definierten Use-Cases wurden dabei mögliche Fehlerquellen identifiziert, deren mögliche Auswirkungen ermittelt und jeweils hinsichtlich Wahrscheinlichkeit und Tragweite bewertet. Basierend auf den Ergebnissen wurden jeweils angemessen erscheinende Maßnahmen vorgeschlagen und dokumentiert, die zur Ursachenprävention oder zur Vorgehensweise im Fehlerfall zu ergreifen sind.

Während der Analyse wurden die Störfälle aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet. So hat beispielsweise der spezifische Störfall „Car-Sharing-Fahrzeug nicht am Übergabeort“ aus Sicht des Kunden eine größere Tragweite (Severity Level) als aus Sicht des Service Providers. Der Hintergrund dieses Beispiels ist, dass der Kunde unter Umständen seine Termine nicht wahrnehmen kann, während der Störfall den Service Provider nicht in Gänze blockiert. Entsprechend wurde die FMEA aus mehreren Perspektiven angewendet (Systemsicht, Systemkomponentensicht und Kundensicht).

Auf dieser Grundlage wurde der Anforderungskatalog um zusätzliche Anforderungen ergänzt. Das Ergebnis der zusätzlichen Anforderungen ist die Verbesserung der Zuverlässigkeit und Fehlersicherheit der Komponenten und des Systems im Allgemeinen.

Die vollständige Tabelle befindet sich im Anhang in Abschnitt A 5.

3 KOMMUNIKATIONSARCHITEKTUR

Die Kommunikationsarchitektur von No LimITS besteht aus logischen Komponenten und deren Interaktionen, die durch logische Interfaces beschrieben sind. Ihre Beschreibung ist losgelöst von technischen Umsetzungen oder konkreten Implementierungen.

Die Architektur ist aufgeteilt in vier Ebenen, denen jeweils logische Komponenten zugeordnet sind. Die Governance-Ebene enthält Komponenten, die für die Inbetriebnahme und Verwaltung des Systems notwendig sind. Die Backend-Schicht hat den Fokus auf die Komponente Service Provider und auf weitere Komponenten, die mit der Kommunikation zwischen Service Providern zusammenhängen. Die Communication Networks Ebene definiert Komponenten, die eine Verbindung zwischen Diensterbringer und mobilen Teilnehmer erlauben. Die Schicht ITS-Mobile-Stations enthält die Komponente ITS-Vehicle-Station bzw. ITS-Personal-Station und zeigt deren Verbindungen zu den oberen Schichten.

Jede logische Komponente erfüllt bestimmte Aufgaben. Konkrete Implementierungen einer solchen Komponente müssen entsprechend diese Aufgaben erfüllen. Auch die Verbindungen zwischen diesen Komponenten sind von logischer Natur. Die Pfeile an den Verbindungen geben nicht die Kommunikationsrichtung oder den Datenfluss an, sondern weisen darauf hin, dass eine Komponente ein logisches Interface bedient.

3.1 Entstehung

Die No LimITS Architektur, welche in Abbildung 15 dargestellt ist, ist abgeleitet von der CONVERGE Architektur [8]. Die Aufteilung in vier Ebenen *Governance*, *Backend*, *Communication Networks* und *ITS Mobile Stations* wurde in ihrer Bedeutung übernommen.

Die logischen Komponenten, die bereits im Forschungsprojekt CONVERGE erarbeitet wurden, wurden auf die Erfüllung der gestellten Anforderungen (vgl. Abschnitt 2.3) überprüft. No LimITS legt das Hauptaugenmerk der Architektur auf die Interaktion zwischen verschiedenen Service Providern und deren Zusammenspiel über die Kommunikationswege zu den einzelnen ITS Stations. Alle im Rahmen des Projekts gesondert betrachteten Komponenten und Schnittstellen sind in der Architekturübersicht grün markiert und im nachfolgenden Abschnitt 3.2 näher beschrieben. Die Komponenten, die außerhalb des Fokus von No LimITS liegen, sind in der Abbildung 15 grau gekennzeichnet. Sie sind im Deliverable D4.3 des Forschungsprojekts CONVERGE [8] detailliert beschrieben.

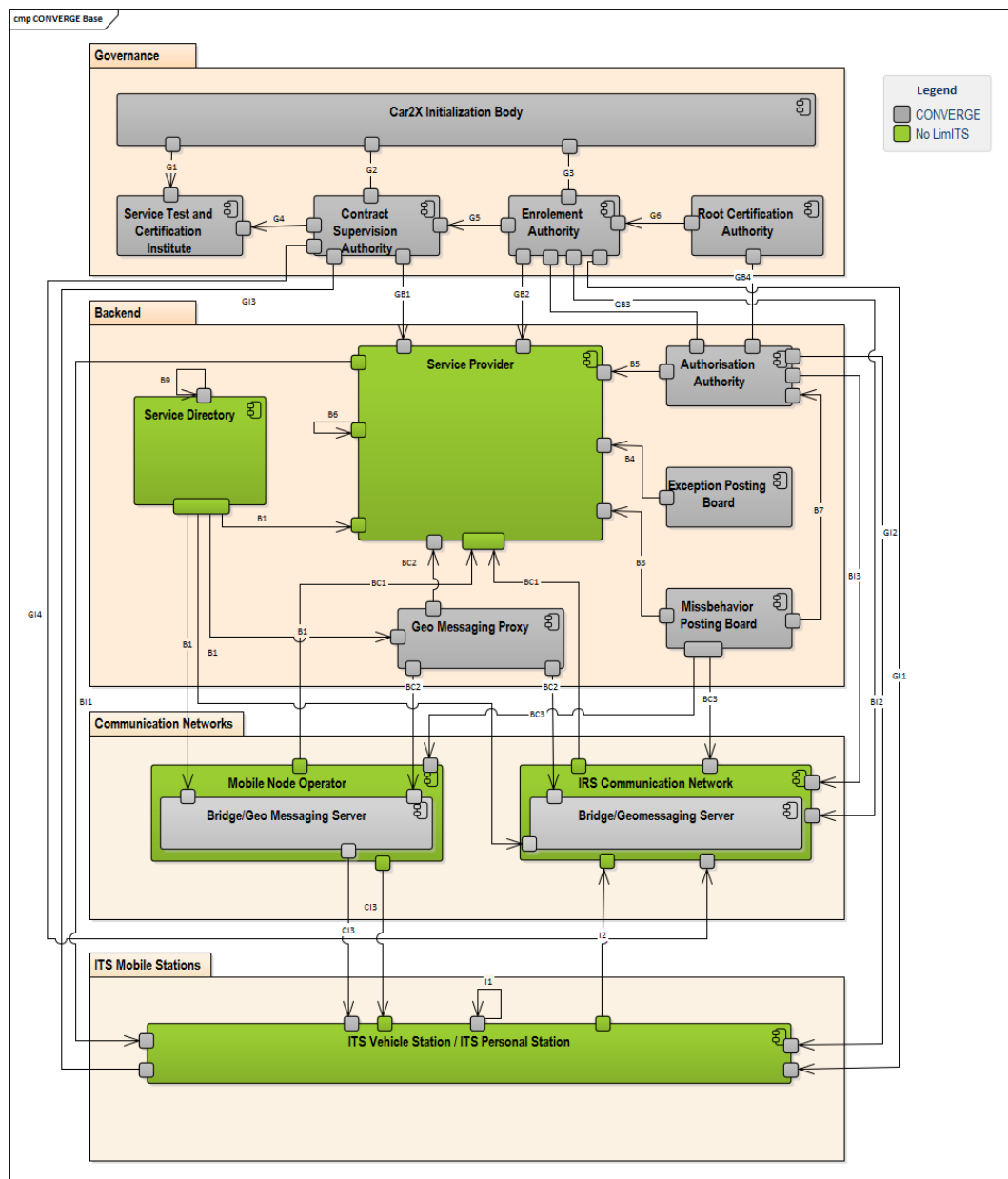


Abbildung 15 Übersicht der Kommunikationsarchitektur

3.2 Anpassungen im Rahmen von No Limits

Der Fokus der No Limits Architektur liegt auf der Architekturkomponente Service Provider und der Interaktion mit anderen Service Providern. Diese Kommunikationsbeziehung zwischen verschiedenen Service Providern ist durch die Schnittstelle B6 gekennzeichnet und im Abschnitt 3.2.2 erläutert. Das Service Directory, welches im Abschnitt 0 beschrieben ist, dient den Service Providern als Verzeichnisdienst. Dies ermöglicht das Finden von gewünschten Diensten unabhängig konkreter Implementierungen.

3.2.1 Service Directory

Das Service Directory ist ein Verzeichnis, in dem Service Provider die Eigenschaften ihrer Dienste eintragen. Ein solcher Diensteintrag besteht aus verschiedenen Attributen, die den Dienst beschreiben. Im Service Directory kann ein Nutzer des No LimITS Systems nach Diensten, die er benötigt, suchen. Tabelle 2 definiert und erklärt die Attribute, die einen Dienst beschreiben.

Tabelle 2 Attribute eines Diensteintrags

Name	Datentyp	Pflichtfeld	Beschreibung
formatversion	Nummer	Ja	Die Version gibt an, nach welcher Darstellungsform ein Service beschrieben ist. In No LimITS wird die Versionsnummer 2 genutzt, da sich ein Diensteintrag vom CONVERGE System unterscheidet
versionnumber	Nummer	Ja	Major-Version des Dienstes
url	URL	Ja	Die Adresse der Schnittstelle, die zur Interaktion mit dem Dienst genutzt wird
owner	Text	Ja	Identifiziert den Ersteller, des Diensteintrags
provider	Text	Ja	Name der Organisation, die den Dienst anbietet
documentation	URL	Ja	Adresse zu einem beschreibenden, menschenlesbaren Dokument
aid	Nummer	Ja	Der Application Identifier beschreibt die Dienstklasse
certificate	Text	Ja	Der Fingerprint des Zertifikates des Diensterbringers
description	Text	Ja	Kurzbeschreibung des Dienstes
relevancearea	Komplex	Ja	Beschreibt, in welchem geografischen Gebiet der Dienst erbracht werden kann
tags	Liste	Nein	Stichwörter, die einen Dienst beschreiben
expiredate	Datum	Nein	Beschreibt, wie lange der Diensteintrag gültig ist
clientrequirements	Liste	Nein	Gibt an, welche Anforderungen ein Client für die Nutzung des Dienstes erfüllen muss

Die Schnittstelle B1 des Service Directory ist entsprechend so gestaltet, dass die Eintragung eines Dienstes eine Überprüfung auf Vollständigkeit erwirkt. Dienstbeschreibungen, die nicht alle Pflichtfelder ausfüllen, dürfen somit nicht im Service Directory aufgenommen werden.

Die Interaktion zwischen einzelnen Instanzen des Service Directory, die anhand der Schnittstelle B9 erfolgt, ist nicht im Fokus von No LimITS. Diese Betrachtung wurde bereits von Wieker et al. [6] im Rahmen des Projektes CONVERGE durchgeführt.

3.2.2 Service Provider

Ein Service Provider oder Dienstbringer ist eine Schlüsselkomponente in der No LimITS Architektur. Durch diese Rolle ist es möglich, Dienste im System anzubieten. Durch das Service Directory (vgl. Abschnitt 0) ist es einem Service Provider möglich, Dienste im System bekannt zu machen. Um die eigentliche Dienstnutzung zu ermöglichen, sind Schnittstellen zu den Kommunikationsnetzwerken (BC1) und ITS-Station (BI1) vorhanden als auch die Schnittstelle B6, die die Interkommunikation zwischen Service Providern erlaubt. Neben den beschriebenen Schnittstellen wurden im Rahmen von No LimITS keine weiteren Schnittstellen der Service Provider detailliert untersucht.

Die Rolle des Dienstbringers ist in der Architekturübersicht im Backend angesiedelt. Dies bedeutet jedoch nicht, dass ein Service Provider ausschließlich im Backend arbeitet. Die Rolle des Service Providers kann durch verschiedene Software Instanzen erfüllt werden. Diese können auch auf Infrastrukturkomponenten, Fahrzeugen oder sonstigem User Equipment ausgeführt werden. Als Beispiel dafür dient eine Anwendung, die auf einem Smartphone oder auf einem integrierten System in einem Fahrzeug ausgeführt wird. Sie gehört logisch zu dem Service Provider, ist aber nicht Bestandteil des Backends. Aus Gründen einer übersichtlichen Architektur wurde die Einteilung der Komponenten aus logischer Sicht getroffen. Eine Alternative wäre eine Einteilung aufgrund des Ausführortes der Softwareinstanz, dies hätte aber, ohne Mehrwert, zu einem starken Bruch mit der CONVERGE Architektur geführt.

3.2.3 Communication Networks

Im Rahmen von No LimITS wurde ein hybrider Kommunikationsansatz verfolgt. Teilnehmer des No LimITS System können somit über die jeweils am besten geeignete Kommunikationslösung auf das Dienstangebot des Systemverbunds zugreifen. Dieser kann anhand der ITS-G5 Kommunikation [3] oder über bekannte Mobilfunktechnologien wie beispielsweise LTE erfolgen.

Die gängigen Mobilfunktechnologien stellen eine Herausforderung für die Adressierung einzelner ITS-Stationen dar. Im Consumer-Mobilfunknetz ist es durch Restriktionen der Mobilfunkanbieter nicht möglich, über IPv4 oder IPv6 einzelne Geräte zu adressieren. Entsprechend liegt die Herausforderung darin, Dienste so zu konzipieren, dass sie nicht aus dem Backend heraus adressiert werden müssen. Es gibt bereits etablierte Konzepte, die sich diesem Problem widmen, wie Virtual Private Network (VPN) oder PUSH-Services.

Für die Kommunikation zwischen mobilen Teilnehmern untereinander und die Kommunikation zwischen Teilnehmern und einer Infrastrukturkomponente wählt No LimITS den Ansatz der ITS-G5 Kommunikation.

Innerhalb der Kommunikationsnetzwerke spielt eine sichere Übertragung eine große Rolle. Da die beiden Kommunikationstechnologien ITS-G5 und Mobilfunk drahtlos erfolgen und somit sensible über die Luftschnittstelle übertragen werden, müssen diese Verbindungen durch geeignete Mechanismen gesichert werden. Dazu dienen bei der ITS-G5 Kommunikation Signaturen. Die entsprechenden Zertifikate werden von der RootCA des No LimITS System signiert. Dies erlaubt nur jenen Systemen Zugang zum System, die ein bestimmtes Zertifikat vorweisen können und entsprechend die Kommunikation signieren.

3.2.4 ITS-Mobile-Station

Der Sonderfall betrifft die ITS Vehicle Station, die in No LimITS betrachtet wird, besteht darin, dass es sich hierbei um ein elektrisch, bzw. teilelektrisch betriebenes Fahrzeug handelt. Da diese Betrachtung jedoch auf eine konkrete Umsetzung der Komponente abzielt, ändert sich dabei nichts an den Kommunikationsbeziehungen zwischen einer solchen ITS-Mobile Station und des Service Providers sowie an der Anbindung an die beiden Kommunikationsnetzwerke ITS-G5 und Mobilfunk.

4 BESCHREIBUNG DES DEMONSTRATORS

Zur Verifikation der im Kapitel 3 beschriebenen Kommunikationsarchitektur wurde ein Demonstrationsszenario ausgearbeitet. Grundlage des Szenarios bietet der Business-Use-Case 1 (BU1), welcher ausführlich im Dokument *No LIMITS Deliverable 1.2: Umfeldanalyse, Status Quo und Handlungsbedarf – Integrierter Bericht der Arbeitspakete AP 1 und AP 2* [1] beschrieben ist. Dieser Use-Case beschreibt einen Anwender, der mithilfe einer App eine Route plant. Für die Berechnung der Route ist ein Mobilitätsanbieter verantwortlich. Während der Berechnung der Route werden verschiedene Verkehrsmittel berücksichtigt, was die berechnete Route zu einer multimodalen Route macht. Der Mobilitätsanbieter schlägt dem Anwender die berechnete Route vor und bietet die Möglichkeit zur Buchung dieser Route.

Innerhalb des Demonstrationsszenarios ist die kurze zur Verfügung stehende Zeit berücksichtigt. Aufgrund der kurzen Zeit und einer besseren Veranschaulichung der Funktionen und Leistungen wird im Szenario lediglich ein Teil des beschriebenen Business-Use-Cases praktisch durchgeführt. Bei der Auswahl ist berücksichtigt, dass das komplexe Mobilitätskonzept abgebildet wird. Die während der Demonstration beteiligten Akteure werden im Abschnitt 4.1 beschrieben.

Zur deutlicheren Veranschaulichung lässt sich das Demonstrationsszenario in die drei Phasen Angebot, Buchungsprozess und aktive Dienstleistung unterteilen. Die Unterteilung und die Nachrichtenverläufe werden im folgenden Abschnitt 4.2 näher beschrieben.

4.1 Identifikation der Akteure

Eine Identifikation der am Demonstrator beteiligten Akteure basiert auf der allgemeinen Identifikation der Akteure in Abschnitt 2.2.1. Basierend auf dieser Grundlage werden für den Demonstrator die zwei Kategorien Dienstanwender (Service Consumer) und Dienstleistungserbringer (Service Provider) identifiziert. An der Erfüllung der im Demonstrator erbrachten Funktionen sind die im Folgenden aufgeführten Akteure beteiligt. Ihre Funktion entspricht denen der in 2.2.1 identifizierten Akteuren.

Neben dem Nutzer und dem Service Directory sind die folgenden Akteure am Demonstrationsszenario beteiligt:

- Parking Service Provider (Abbildung 8 Parking Control Provider Use-Case Diagramm)
- Charging Service Provider (Abbildung 5 Charging Infrastructure Provider Use-Case Diagramm)
- Public Transport Service Provider (Abbildung 9 Public Transport Provider Use-Case Diagramm)
- Car Sharing Provider (Abbildung 4 Car Sharing Provider Use-Case Diagramm)
- Mobility Service Provider (Abbildung 7 Mobility Plattform Provider Use-Case Diagramm)

Die getätigte Auswahl ermöglicht eine Präsentation der durch die entwickelte No LimITS Architektur ermöglichten Funktionen. Dabei wird ein besonderer Wert auf die Funktionalitäten in den Bereichen ÖPNV, Car Sharing und Elektromobilität gelegt. Durch die Nutzung des Mobility Service Providers wird die Zusammenstellung der genutzten Services vor dem Service Consumer abstrahiert. Die genauen Schnittstellenbeschreibungen befinden sich im Anhang [A] dieses Dokumentes.

4.1.1 Service Directory

Das Service Directory stellt ein Verzeichnis zur Verfügung, in dem sich Service Provider eintragen können, um von anderen Service Providern oder Service Consumern gefunden werden zu können.

Die Schnittstellen, die zur Eintragung und Abfrage von Diensten dienen, sind in No LimITS durch REST-Implementierungen realisiert [5]. Eine Eintragung eines Dienstes geschieht dabei über einen HTTP-POST-Request, der im Request-Body alle Pflichtfelder, die im Abschnitt 0 definiert sind, enthält. Der Nachrichtenkörper ist hierbei JSON-formatiert [4]. Eine Abfrage aller Dienste erfolgt mittels eines HTTP-GET-Request. Diese Abfrage kann parametrisiert werden, um z.B. alle Dienste einer Dienstklasse anhand ihres Application Identifiers zu finden. In Abbildung 16 ist die Nutzungsweise des Service Directory beschrieben. Ein Service Provider nutzt das Service Directory für die Bekanntgabe seines Dienstes. Durch einen Lookup ist es einem Service Consumer möglich, den eingetragenen Service anhand von Filtern zu finden. Die eigentliche Diensterbringung geschieht danach unabhängig vom Service Directory.

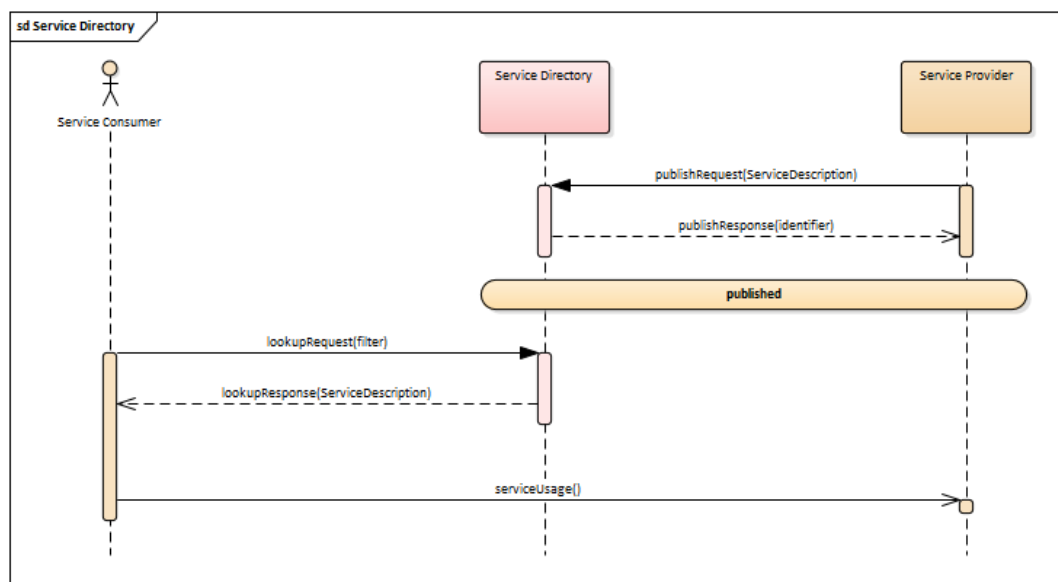


Abbildung 16 Diensteantrag und -abfrage

Um sicherzustellen, dass die Kommunikation geschützt ist, wird HTTPS in der Mutual-TLS Variante verwendet. Dies erlaubt nur jenen Service Providern und Consumern den Zugriff auf das Service Directory, die ein gültiges Zertifikat zur Verfügung haben. Dieses Zertifikat muss von der Root-CA des No LimITS System signiert sein.

4.1.2 Parking Service Provider

Der Parking Service ist ein Dienst, der einem Service Consumer zum einen Parkplatzzinformationen anbietet zum anderen auch das Reservieren einzelner Stellplätze für einen bestimmten Zeitraum ermöglicht.

Der Buchungsprozess erfolgt in drei Schritten:

1. Anfrage von verfügbaren Parkflächen innerhalb eines geografischen Gebiets
2. Vorreservierung oder Angebotseinholung für einen Stellplatz
3. Bestätigen und Akzeptieren der Buchung

Die Anfrage nach verfügbaren Stellplätzen kann mit zusätzlichen Anforderungen versehen werden. Dies erlaubt eine bedarfsgerechte Abfrage nach Stellplätzen. Im Kontext der Elektromobilität ist dies erforderlich, um Parkplätze mit Anbindung einer Ladeinfrastruktur zu finden. Menschen mit körperlichen Einschränkungen haben ebenfalls besondere Anforderungen an Stellplätze betreffs der Breite des Parkplatzes und dessen Zugang.

Die Umsetzung des Parking Service Provider sieht vor, dass automatisch die passende Ladeinfrastruktur beim Charging Service Provider gebucht wird, wenn eine entsprechende Anforderung vorliegt. Die entsprechende Buchungskette ist in Abbildung 17 beschrieben.

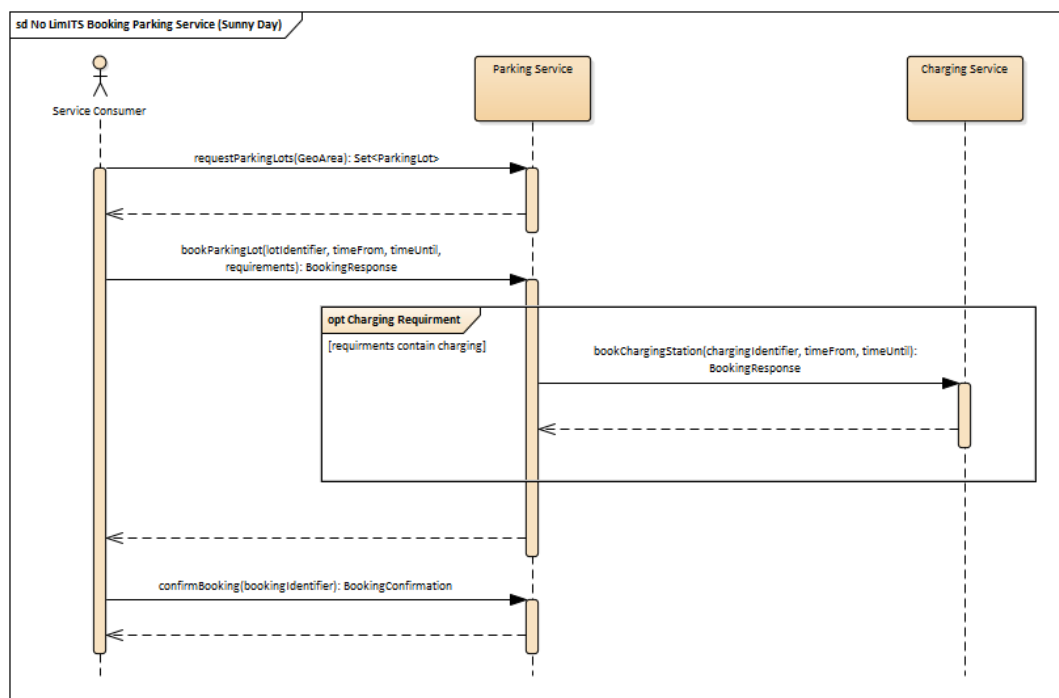


Abbildung 17 Sequenzdiagramm des Buchungsvorgangs des Parking Services

Der Parking Service besteht neben dem Backend-Part zusätzlich noch aus einem Infrastruktur- und Fahrzeugteil. Die Software der Infrastruktur wird auf einer Kommunikationseinheit auf oder in der Nähe des Parkplatzes ausgeführt. Diese nutzt ETSI

ITS-G5 Nachrichten, um mit annähernden Fahrzeugen zu kommunizieren. So können Informationen für das parkplatzinterne Routing übertragen, oder etwaige Zugangsbeschränkungen wie Schranken aufgehoben werden.

4.1.3 Charging Service

Der Charging Service bietet dem Nutzer Dienste, die das Laden von Elektrofahrzeugen ermöglichen, an. Hierzu bietet er dem Service Consumer eine Schnittstelle zum Abfragen von Informationen über Ladesäulen an. Diese Informationen beinhalten die Auflistung der in einem bestimmten geografischen Gebiet verfügbaren Ladesäulen und das Abfragen der Spezifikationen einer bestimmten Ladesäule.

Eine weitere Schnittstelle bietet die Möglichkeit zum Buchen einer Ladesäule. Über diese Schnittstelle hat der Service Consumer die Möglichkeit, eine spezielle Ladesäule zu reservieren, bzw. diese Reservierung wieder zu stornieren.

Zum Buchen einer Ladesäule muss die genaue ID dieser Ladesäule bekannt sein. Hierzu hat der Service User die Möglichkeit, sich alle Ladesäulen in einem bestimmten geografischen Bereich anzeigen zu lassen. Ist die ID der Ladesäule bekannt, kann die entsprechende Ladesäule reserviert werden.

Die einzelnen Schritte im Überblick:

1. Abfrage der möglichen Ladesäulen in einem geografischen Gebiet
2. Buchen der gewünschten Ladesäule

4.1.4 Public Transport Service

Der Public Transport Service ist ein reiner Backend-Service und bietet Schnittstellen an, die es erlauben, nach Verbindungen im öffentlichen Nahverkehr zu suchen und entsprechend zu buchen. Hierbei wurde sich an der Umsetzung der Google Directions API [6] orientiert.

Routen werden anhand von Objekten beschrieben, die die einzelnen Schritte einer Route beinhalten und einen eindeutigen Identifier, der eine Buchung der Route erlaubt. Die beschriebenen Schritte werden in Legs und Steps unterteilt. Ein Leg beschreibt hierbei die Fahrt zu einem Ziel oder Zwischenziel und ein Step die Fahrt mit einem spezifischen Fahrzeug (z.B. Tram 6).

4.1.5 Car Sharing Service

Der Car Sharing Service erlaubt die Vermittlung von Car Sharing Fahrzeugen. Er bietet serverseitig eine Webschnittstelle an, die die Buchung von Fahrzeugen erlaubt. Zum Car Sharing Service Provider gehört auch eine Fahrzeuganwendung, die mit dem Service Provider im Backend via Mobilfunk kommuniziert. Über diese interne Verbindung, die durch Webschnittstellen realisiert ist, werden Buchungsinformationen an das Fahrzeug weiter geleitet.

Um die angestrebte Datensparsamkeit zu gewährleisten, werden nur jene Daten übertragen, die das Fahrzeug zur Dienstleistung benötigt. Dazu zählt ein Buchungsidentifizier und das geplante Ziel des Nutzers. Das geplante Ziel wird für eine automatische Routenberechnung und entsprechende Navigation im Fahrzeug benötigt. Der Buchungsidentifizier kommt dann ins Spiel, wenn das Fahrzeug vom Kunden wieder verlassen und somit als wieder verfügbar gekennzeichnet wird, oder bei etwaiger Stornierung der Dienstleistung.

4.1.6 Mobility Service Provider

Ein Hauptaugenmerk der Umsetzung liegt auf der Erstellung von Diensten, die hauptsächlich, aber nicht zwingend exklusiv, von Nutzern der Elektromobilität genutzt werden. Auch die Aggregation mehrerer Service Provider zu einem abstrahierten Dienst wird ins Auge gefasst. Eine schematische Darstellung dieser Aggregation ist in Abbildung 18 Aggregation von zwei Diensten zu einem Dienst zu sehen.

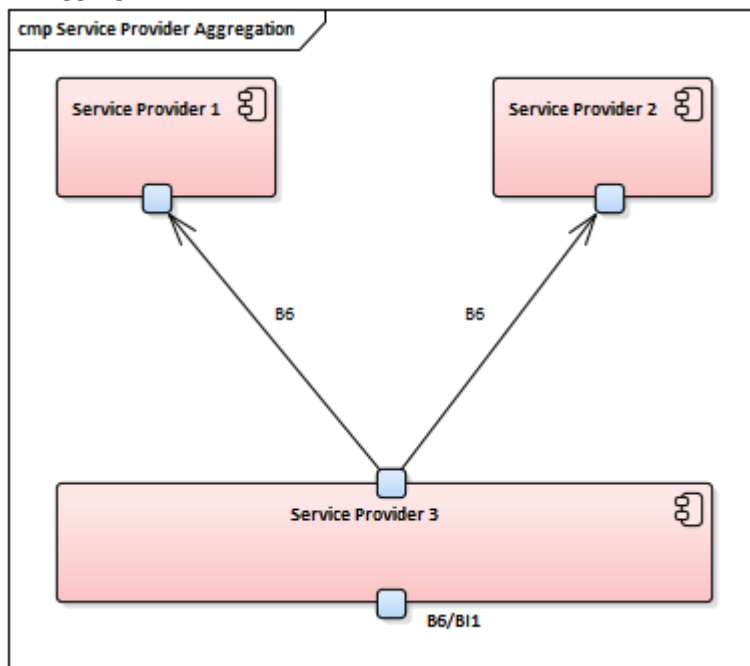


Abbildung 18 Aggregation von zwei Diensten zu einem Dienst

Ein solcher Aggregationsdienst kann beispielsweise mehrere Mobilitätsdienste nutzen, um so einen kombinierten Mobilitätsdienst anzubieten, welcher verschiedene Mobilitätsangebote wie öffentlichen Nahverkehr und Car-Sharing Angebote verbindet. Die Umsetzung eines solchen Mobilitätsdienstes im Rahmen der Implementierung des Demonstrators ist in Form des Mobility Service Provider geschehen.

Die Umsetzung des Mobility Service Provider in No LimITS bedient dabei die Schnittstellen des Car Sharing Service Providers und des Public Transport Service Providers. Auf Nutzerseite wird eine webbasierte Oberfläche (in Abbildung 19 dargestellt) zur Verfügung

gestellt, die das Verwalten von Service Paketen erlaubt. Ein Service Paket besteht aus der Aneinanderreihung passender Service Angebote verschiedener Mobilitätsdienstleister.

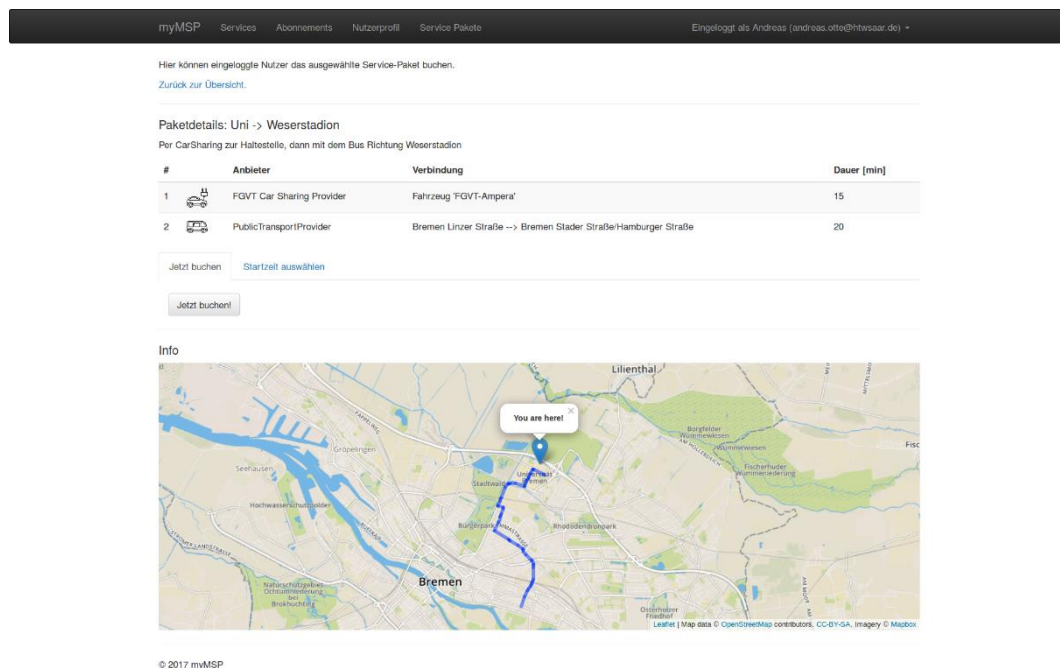


Abbildung 19 Mobility Service Provider Weboberfläche

4.2 Nachrichtenverlauf innerhalb des Demonstrators

Wie bereits beschrieben, ist das Demonstrationsszenario in die drei Phasen Angebot, Buchungsprozess und aktive Diensterbringung unterteilt. Diese Unterteilung ermöglicht eine bessere Verdeutlichung der Leistungen, die durch die Architektur erbracht werden, und eine detaillierte Beschreibung der Nachrichten, die während des Demonstrationsszenarios ausgetauscht werden.

4.2.1.1 Angebot

Der Mobility Service Provider dient dem Service User als Zugangspunkt zur Routenberechnung. Er hat Verbindungen zu den restlichen Service Providern und errechnet in Abhängigkeit der verfügbaren Ressourcen der Service Provider eine Route und bucht diese für den Service Consumer. Durch die Aggregation der anderen Service Provider dient der Mobility Service Provider dem Service Consumer als zentraler Zugangspunkt in das System und abstrahiert den gesamten Routing- und Buchungsprozess. Dadurch wird sichergestellt, dass der Service Consumer ohne eine aufwändige Einarbeitung und Betrachtung der verfügbaren Service Provider eine optimale und aktuelle Route bekommt.

4.2.1.2 Buchungsprozess

Der Buchungsprozess sieht vor, dass der Service User mithilfe einer App eine vorgeschlagene Route zum eingegebenen oder ausgewählten Ziel bestätigt. Der dazugehörige Nachrichtenaustausch ist auf Abbildung 20 Buchungsprozess in der Umsetzung des Demonstrators dargestellt. Auf dieser Abbildung ist zu erkennen, dass der Service Consumer ausschließlich mit dem Mobility Service Provider kommuniziert. Nach der Buchungsanfrage des Service Consumers berechnet der Mobility Service Provider die Route und bucht die dazugehörigen Ressourcen bei den entsprechenden Service Providern.

Eine weitere Kaskadierung von Services findet während der Buchung des Parkplatzes statt. Da die Buchung einer Ladesäule lediglich mit der Buchung des dazugehörigen Parkplatzes sinnvoll ist, wird der Charging Infrastructure Provider vom Parking Service Provider gebucht. Dadurch ist sichergestellt, dass der Parkplatz an der entsprechenden Ladesäule auch frei ist.

Die Buchungsbestätigungen der einzelnen Service Provider werden durch den Mobility Service Provider aggregiert und in aggregierter Form an den Service Consumer übermittelt.

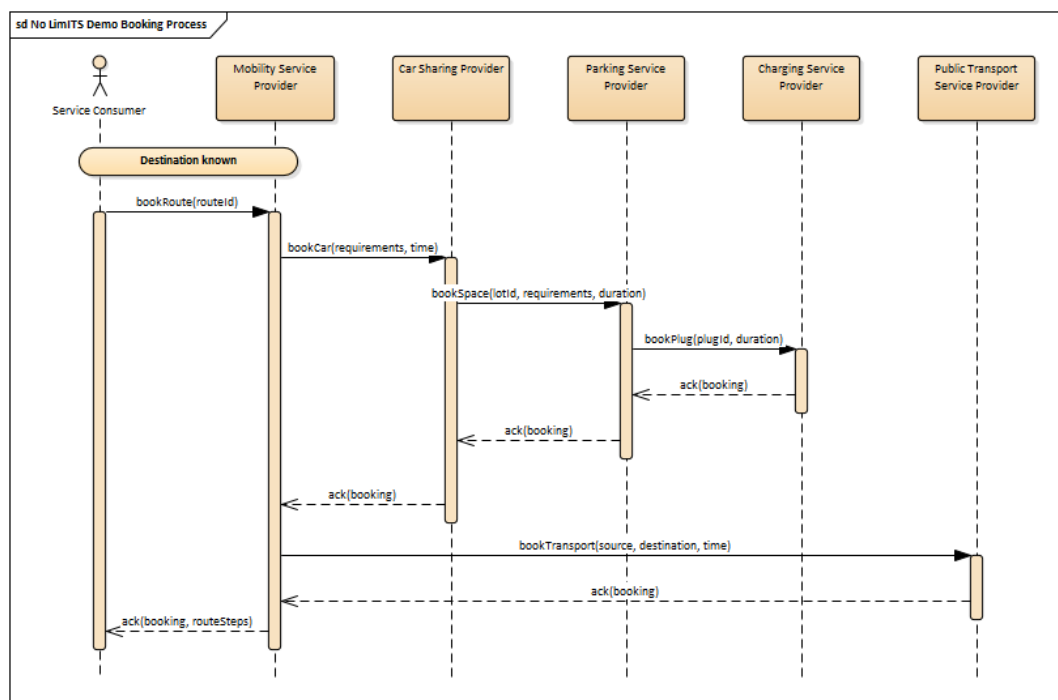


Abbildung 20 Buchungsprozess in der Umsetzung des Demonstrators

4.2.1.3 Aktive Diensterbringung

Während der aktiven Diensterbringung kommuniziert der Service Consumer direkt mit den Providern. Als Kommunikationsschnittstellen dienen dem Service Consumer das User Equipment und Teile der Infrastruktur.

Als User Equipment dient während des Demonstrationsszenarios die im Fahrzeug verbaute Application Unit (AU) mit einem Tablet, das zum Anzeigen der Informationen genutzt wird. Während der Szenarien außerhalb des Fahrzeugs dient ein gewöhnliches Smartphone und das in der Ladesäule verbaute Display als User Equipment. Durch den Einsatz verschiedener Hardware und die Kooperation von spezialisierter Hardware, alltäglich gebrachter Hardware und Backend Diensten wird der offene Ansatz und die Erweiterbarkeit der No Limits Architektur deutlich.

Der Use-Case sieht die Buchung einer multimodalen Route vor. Diese Route wird nach der Anfrage vom Mobility Service Provider berechnet und an die verschiedenen Teile des Equipments übertragen. Innerhalb des Demonstrationsszenarios ist die Strecke zwischen dem aktuellen Standort des Service Users als erster Routenabschnitt vorgesehen. Dieser Routenabschnitt wird über Mobilfunk auf das Smartphone übertragen und von diesem angezeigt. Auf den beschriebenen Routenabschnitt folgt die Strecke zwischen dem Standort des Fahrzeugs und dem gebuchten Parkplatz, der auch über eine Ladesäule verfügt. Diese Strecke bewältigt der Service User im Fahrzeug. Die dazugehörige Route übermittelt der Mobility Service Provider über Mobilfunk an das User Equipment im Fahrzeug, welches die Route über das in das System integrierte Tablet anzeigt. Am Parkplatz angekommen detektiert die Ladesäule das Fahrzeug anhand Nachrichten, die über ITS-G5 zwischen Fahrzeug und der Ladesäule ausgetauscht werden. Nach dem Detektieren des Fahrzeugs zeigt die Ladesäule dem Service User für ihn personalisierte Anweisungen zur Bedienung der Ladesäule und den, vom Mobility Service Provider empfangenen, weiteren Routenverlauf an. Die hierzu benötigten Daten werden während des Reservierungsprozesses vom Mobility Service Provider an den Parkplatz und die Ladesäule übertragen.

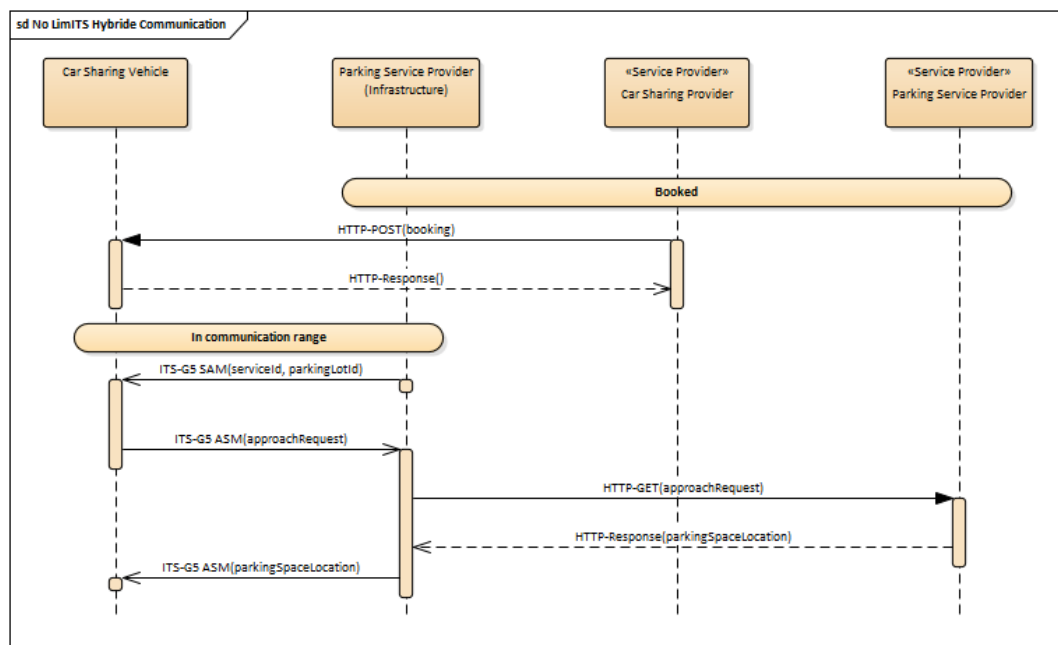


Abbildung 21 Kommunikation der beteiligten Komponenten

5 BESCHREIBUNG DER STÖRSZENARIEN

Zur Sicherstellung der benötigten Robustheit der Architektur und der Komponenten wurde die Durchführung einer Evaluation von verschiedenen Störszenarien vorgesehen. Hierzu wurde zunächst im Rahmen der Anforderungsanalyse eine Analyse der möglichen Fehlerarten und der jeweiligen Auswirkungen (FMEA) durchgeführt. Aus den hierbei identifizierten Störfällen und den jeweils vorgeschlagenen Präventions- oder Reaktionsmaßnahmen wurden Störszenarien gebildet, die im Rahmen dieser Evaluation übergeprüft werden können. Vor diesem Hintergrund wurden aus den im Demonstrator vorkommenden Use-Cases relevante Störfälle herausgegriffen und diese exemplarisch zu mehreren Störszenarien zusammengestellt. Für diese Störszenarien wurden die definierten Maßnahmen zur Prävention bzw. Fehlerbehandlung implementiert und im Entwicklungsprozess evaluiert.

Das erste Störszenario beeinträchtigt die Interaktion mit dem Parking Service Provider (PSP), das Zweite bezieht sich auf die Interaktion des Nutzers mit der Ladesäule des Charging Infrastructure Providers (CIP) und das Dritte testet die Schnittstellenstabilität der Service Provider untereinander.

Im Folgenden erfolgt die Erläuterung der Störszenarien, samt der vorgeschlagenen und implementierten Maßnahmen zur Prävention, bzw. Fehlerbehandlung, im Einzelnen. Abschließend werden dort die Ergebnisse und das Fazit der Evaluation beschrieben.

5.1 Störszenario 1: Fehler bei der Parkplatzbuchung

Hierbei wird simuliert, dass der zu buchende Parkplatz nicht verfügbar ist, bzw. der PCP nicht erreichbar ist. Die vorgeschlagene Maßnahme zur Fehlerbehandlung ist in diesem Fall die Anzeige einer aussagekräftigen Fehlermeldung für den Nutzer.

Die Schnittstellendefinition des PCP definiert verschiedene Fehlerzustände. Werden diese signalisiert, muss der aufrufende Service Consumer davon ausgehen, dass kein Parkplatz gebucht werden konnte.

Der Car Sharing Provider (CSP) nimmt in diesem Störszenario als Service Consumer die Dienstleistung des PCP in Anspruch. Er bucht für den Zielort der Fahrt mit dem Car Sharing Fahrzeug einen Stellplatz mit Ladestation. Falls der Stellplatz nicht gebucht werden kann, liefert er entsprechend der Schnittstellendefinition die folgende Fehlermeldung zurück:

HTTP-Status 422 mit dem JSON formatierten Inhalt „{„error“: „A parking space could not be booked.“}“.

Die enthaltenen Informationen zur Fehlerursache können durch den Service Consumer verwendet werden, um die Meldung dem Nutzer zu präsentieren oder ggfs. bereits auf dieser Ebene angepasste Entscheidungen zur Fehlerbehandlung zu treffen.

Hier können eingeloggte Nutzer Details zu ihrer Buchung einsehen.
[Zurück zur Übersicht.](#)

Paketdetails: Uni -> Innenstadt

Mit CarSharing und Tram zur Innenstadt, Fußgängerzone und zu touristischen Zielen

#	Tags	Anbieter	Verbindung	Dauer [min]
1		FGVT Car Sharing Provider	Fahrzeug 'NoLimits-Test'	15
2		PublicTransportProvider	Bremen Klagenfurter Straße -> Bremen Domsheide	21

Info

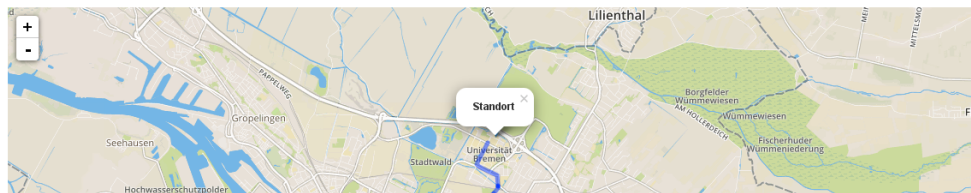


Abbildung 22 Fehlermeldung zur Nutzerinformation „Buchung fehlgeschlagen“

5.2 Störszenario 2: Parkplatz belegt

Innerhalb dieses Störszenarios wird davon ausgegangen, dass der gebuchte Parkplatz belegt ist und trotz Reservierung nicht durch den Nutzer nutzbar ist. Die für diesen Fall vorgeschlagene Maßnahme zur Fehlerbehandlung ist die Möglichkeit, über das Ladesäulendisplay eine Hilfestellung, bzw. Kontaktmöglichkeit zum Support angeboten zu bekommen.

5.3 Störszenario 3: Software Regression

In diesem Fall wird die Störung durch eine Änderung am Quellcode verursacht, die im Verlauf der Weiterentwicklung durchgeführt wird. Durch die Änderung wird unbeabsichtigt eine Teilfunktion des Service Providers abgewandelt, so dass diese nicht mehr der Spezifikation entspricht und nicht mehr korrekt abgerufen werden kann. Die für diesen Fall vorgeschlagene Maßnahme zur Fehlerprävention ist die Bereitstellung von Software-Tests, z.B. Unit-Tests oder Integrationstests.

Im Rahmen der Entwicklung wurde eine Test-Suite in Python entwickelt, die für die Durchführung von Integrationstests für die Schnittstellenimplementierungen der Service Provider verwendet wurde. Mithilfe der Test-Suite konnten Fehler, die im Laufe der Komponentenentwicklung aufgetreten sind, zeitnah identifiziert und behoben werden. So konnte sichergestellt werden, dass die durchschnittliche Lebensdauer von Fehlern minimiert werden konnte, dass konsequent an der Behebung der Fehlerursachen gearbeitet wurde und weniger Zeit dafür aufgewendet werden musste, die Symptome im weiteren Verlauf der Datenverarbeitungskette nachzuverfolgen.

```

File Edit View Bookmarks Settings Help
===== test session starts =====
platform linux -- Python 3.4.3, pytest-3.0.7, py-1.4.33, pluggy-0.4.0
rootdir: /home/dfki.uni-bremen.de/fmueller/aymsp/2, infile:
collected 13 items

nolimits_api/test.py .ssss..F...

===== FAILURES =====
TestCarSharingProvider.test_booking

self = <nolimits_api.test.TestCarSharingProvider object at 0x7f0116974c18>

def test_booking(self):
    p = service_providers["csp"]
    object_id = "NoLimits-Test"
    latlonrad = (53.11186, 8.85795, 1000)
    # book a vehicle
    status, response = p.place_booking(object_id, 1500000000000, latlonrad[:2], "", "")
> assert status == 200, "Failed to book vehicle (%s)" % response
E   AssertionError: Failed to book vehicle ('error': 'A parking space could not be booked.')
```

Abbildung 23 Test Suite zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit der Softwarekomponenten

5.4 Störszenarien: Fazit

Die Identifikation von möglichen Störfällen mittels einer Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) ist eine wirksame Maßnahme zur Erhöhung von Ausfallsicherheit und Fehlertoleranz eines komplexen Systems. Es hat sich gezeigt, dass sich aus der Interaktion der Systemkomponenten eine Vielzahl von möglichen Störfällen ergeben können. Diese Störfälle können die gewünschte Systemfunktion beeinträchtigen.

Aus der Risikobewertung der Störfälle und der Definition von zielgerichteten Gegenmaßnahmen zur Fehlerprävention und –behandlung ergeben sich gleichzeitig Anforderungen, die frühzeitig in den Entwicklungsprozess einfließen und dadurch bereits im Vorfeld berücksichtigt werden können.

Es hat sich bei der Evaluation der Störszenarien gezeigt, dass die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen die Arbeit mit dem System vereinfacht hat. Dadurch konnten auftretende Störfälle frühzeitig erkannt und zielgerichtet behandelt werden.

Literatur

[1] **No LIMITS (2016):** *No Limits Deliverable 1.2: Umfeldanalyse, Status Quo und Handlungsbedarf – Integrierter Bericht der Arbeitspakete AP 1 und AP 2.* [Abgerufen von https://fgvt.htwsaar.de/public/wp-content/uploads/2015/07/D1.2_Integrierter-Gesamtbericht.pdf am 06.10.2016].

[2] **No LIMITS (2016):** *No Limits Deliverable 2: Experten und Stakeholder Interviews.* [Abgerufen von https://fgvt.htwsaar.de/public/wp-content/uploads/2017/02/D2_Experten-und-Stakeholder-Interviews.pdf am 10.10.2016].

[3] **VOGT, FÜNFROCKEN & WIEKER (2013):** Converge-ITS Communication Architecture for Future Mobility. 20th ITS World Congress.

[4] **ECMA INTERNATIONAL (2013):** The JSON Data Interchange Format, Standard.

[5] **ROY THOMAS FIELDING (2000):** Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures. [Abgerufen von https://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/rest_arch_style.htm am 23.01.2017].

[6] **GOOGLE INC. (2017):** Google Maps Directions API [Abgerufen von <https://developers.google.com/maps/documentation/directions/> am 23.02.2017].

[7] **MANUEL FÜNFROCKEN, MATTHIAS SCHOLTES, JONAS VOGT, NICLAS WOLNIAK, HORST WIEKER (2014):** CONVERGE – FUTURE IRS-INFRASTRUCTURES AS OPEN SERVICE NETWORKS, 21st ITS World Congress Detroit 2014.

[8] **CONVERGE (2015):** Deliverable D4.3 „Architecture of the Car2X Systems Network“ [Abgerufen von <http://converge-online.de/?id=030000&spid=de> am 02.11.2016].

Glossar

Abkürzung	Erklärung
API	Application Programming Interface
AU	Application Unit
BC	Business Case
BU	Business Use-Case
CIP	Charging Infrastructure Provider
CSP	Car Sharing Provider
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis

ITS	Intelligente Verkehrssysteme
PCP	Parking Control Provider

Anhang

A 1 CAR SHARING PROVIDER

A 1.1 Base Path

<https://fgvt.htwsaar.de:4443/carsharingprovider/v1>

A 1.2 Operations

A 1.2.1 Query all managed vehicles

Description

Queries all managed vehicles.

Path

/vehicles

Method

HTTP-GET

Parameter

Parameter	Description	Type	Dataformat	Required
geoarea	JSON description of a geographical area	Header	\$(GeoArea)	False

Responses

Status Code	Reason	Body	Header
200	OK	\$(Vehicle)	-
204	No matching vehicles found	-	-
422	Wrong geoarea format	\$(Error)	-

A 1.2.2 Get vehicle by Identifier

Description

Requests information about a vehicle by its identifier.

Path

/vehicles/<vehicleIdentifier>

Method

HTTP-GET

Parameter

Parameter	Description	Type	Dataformat	Required
vehicleIdentifier	The identifier of the vehicle	Path-Parameter	String	True

Responses

Status Code	Reason	Body	Header
200	OK	\$(Vehicle)	-
204	The identifier does not match a vehicle	-	-

A 1.2.3 Book a vehicle

Description

Books a specific vehicle. The vehicle is flagged as "IN_USE" when a booking is put on it. That means a vehicle can only handle one booking and cannot be booked for different time slots. The booking needs to be confirmed.

Path

/bookings

Method

HTTP-POST

Parameter

Parameter	Description	Type	Dataformat	Required
bookingRequest	The booking contains all required information	Body	\$(BookingRequest)	True

Responses

Status Code	Reason	Body	Header
200	Booking placed	\$(BookingResponse)	-
400	Wrong format of BookingRequest	\$(BookingError)	-
422	Invalid parameter in the request	\$(BookingError)	-

A 1.2.4 Confirm a booking

Description

Confirms a booking.

Path

/bookings/<bookingIdentifier>

Method

HTTP-PUT

Parameter

Parameter	Description	Type	Dataformat	Required
bookingIdentifier	The identifier of the booking	Path-Parameter	<String>	True
Confirmation	The confirmation object	Body	\$(BookingConfirmation)	True

Responses

Status Code	Reason	Body	Header
200	Booking confirmed	-	-
204	No matching booking to confirm	-	-
400	Missing body or wrong json format	\$(BookingError)	-

A 1.2.5 Cancel a booking

Description

Cancels a booking.

Path

/bookings/<bookingIdentifier>

Method

HTTP-DELETE

Parameter

Parameter	Description	Type	Dataformat	Required
bookingIdentifier	The identifier of the booking	Path-Parameter	<String>	True

Responses

Status Code	Reason	Body	Header
200	Booking canceled	-	-
204	No matching booking to cancel	-	-

A 1.3 Dataformat

GeoArea

```

{
  "type" : " GeoArea ",
  "dataformat" : "application/x.etsi.302931+json",
  "area" : {
    "type":"CollectionGeoArea",
    "value":{
      "areaList": [
        {
          "type": "CircularGeoArea",
          "value": {
            "centerPoint": {
              "longitude":69361440,
              "latitude":492451730
            },
            "radius":10
          }
        },
        {
          "type":"EllipsoidalGeoArea",
          "value":{
            "centerPoint":{
              "latitude":492451730,
              "longitude":69361440
            },
            "longSemiAxis":100, //in meters
            "shortSemiAxis":100, //in meters
            "azimuth":20.3 //in degrees
          }
        },
        {
          "type":"RectangularGeoArea",
          "value":{
            "centerPoint":{
              "latitude":492451730,
              "longitude":69361440
            },
            "toShortSide":20, //in meters
            "toLongSide":30, //in meters
            "azimuthAngle":40.0 //in degrees
          }
        }
      ]
    } //end of area-value
  } //end of area
}

```

GeoPosition

```

{
  "latitude":<long>,

```



```
"longitude":<long>
}
```

BookingRequest

```
{
  "requestedVehicle" : "<UUID>-String",
  "fromTsMs" : <timestamp>,
  "tripDestination" : <${GeoPosition}>,
  "callbackUri":<URL>
}
```

BookingResponse

```
{
  "bookingIdentifier" : "<String>",
  "bookingRequest" : <${BookingRequest}>
}
```

BookingConfirmation

```
{
  "confirmation":true
}
```

BookingError

```
{
  "error" : "<String>"
}
```

Vehicle

```
{
  "identifier" : "<String>",
  "currentPosition" : <${GeoPosition}>,
  "lastPositionUpdateTsMs" : <timestamp>,
  "status" : "<${VehicleStatus}>"
}
```

VehicleStatus

Enum:
FREE, IN_USE

A 2 CHARGING INFRASTRUCTURE PROVIDER

A 2.1 Base Path

https://fgvt.htwsaar.de:4443/charginginfrastructureprovider/v0

A 2.2 Operations

A 2.2.1 Query charging stations by geoarea

Description

Queries all available charging stations within a defined geographical area.

Path

/chargingstations

Method

HTTP-GET

Parameter

Parameter	Description	Type	Dataformat	Required
geoarea	JSON description of an geographical area	Header	\$(GeoArea)	True

Responses

Status Code	Reason	Body	Header
200	OK	\$(ChargingStation)	- none -
400	Bad Request. Errors while processing the received \$(GeoArea)	<Error description>	- none -
422	No Content. No chargingstation in the requested area found	{}	- none -

A 2.2.2 Get charging station by id

Description

Queries a specific charging station with it's identifier.

Path

/chargingstations/<identifier>

Method

HTTP-GET

Parameter

Parameter	Description	Type	Dataformat	Required
identifier	The identifier of the queried charging station	Path Parameter	String	True

Responses

Status Code	Reason	Body	Header
200	OK	\$(ChargingStation)	- none -
400	Bad Request. Errors while processing the received identifier	<Error description>	- none -
422	No Content. No charging station with the queried identifier found	{}	- none -

A 2.2.3 Reserve a charging station

Description

Places the given reservation to the corresponding charging station

Path

/reservation

Method

HTTP-POST

Parameter

Parameter	Description	Type	Dataformat	Required
reservation	JSON description of the reservation to be placed	Header	\$(Reservation)	True

Responses

Status Code	Reason	Body	Header
-------------	--------	------	--------

201	OK. The reservation is placed	\$(ReservationId)	- none -
204	Internal communication error. The charging station can currently not be reached.	<Error description>	- none -
400	Bad Request. On parsing errors.	<Error description>	- none -
422	No Content. The requested time is already reserved, or the requested station is unknown.	<Error description>	- none -

A 2.2.4 Cancel a reservation

Description

Cancels a placed reservation

Path

/reservation/<identifier>

Method

HTTP-DELETE

Parameter

Parameter	Description	Type	Dataformat	Required
identifier	The identifier of the reservation to be canceled	Path Parameter	String	True

Responses

Status Code	Reason	Body	Header
200	OK	{}	- none -
204	Internal communication error. The charging station can currently not be reached.	<Error description>	- none -

400	Bad Request. Errors while processing the received identifier	<Error description>	- none -
422	No Content. When trying to cancel a not existing reservation	<Error description>	- none -

A 2.2.5 Request a reservation

Description

Requests information about a specific reservation.

Path

/reservation/<identifier>

Method

HTTP-GET

Parameter

Parameter	Description	Type	Dataformat	Required
identifier	The identifier of the reservation being requested	Path Parameter	String	True

Responses

Status Code	Reason	Body	Header
200	OK	{}	- none -
400	Bad Request. Errors while processing the received identifier	<Error description>	- none -
422	No Content. When trying to get information about a non existing reservation	<Error description>	- none -

A 2.3 Dataformats

\$(GeoArea)

```
{
  "type" : " GeoArea ",
  "dataformat" : "application/x.etsi.302931+json",
```

```

"area" : {
  "type":"CollectionGeoArea",
  "value":{
    "areaList": [
      {
        "type": "CircularGeoArea",
        "value": {
          "centerPoint": {
            "longitude":69361440,
            "latitude":492451730
          },
          "radius":10
        }
      },
      {
        "type":"EllipsoidalGeoArea",
        "value":{
          "centerPoint":{
            "latitude":492451730,
            "longitude":69361440
          },
          "longSemiAxis":100, //in meters
          "shortSemiAxis":100, //in meters
          "azimuth":20.3 //in degrees
        }
      },
      {
        "type":"RectangularGeoArea",
        "value":{
          "centerPoint":{
            "latitude":492451730,
            "longitude":69361440
          },
          "toShortSide":20, //in meters
          "toLongSide":30, //in meters
          "azimuthAngle":40.0 //in degrees
        }
      }
    ]
  } //end of area-value
} //end of area
}

```

\$(GeoPosition)

```

{
  "latitude" : <long>,
  "longitude" : <long>
}

```

\$(ChargingStation)

```

{
  "chargingPlug": <$(ChargingPlugType)>,
  "id": <string>,
  "maximumChargeCurrent": <int>,
  "position": <$(GeoPosition)>,
  "vendorName": <string>
}

```

\$(ChargingPlugType)

Enum:

["yazaki", "mennekes"]

\$(Reservation)

```
{  
  "beginningTime": <long>,  
  "endingTime": <long>,  
  "station": <string>,  
  "user": <string>,  
  "resourceUri": <string>  
}
```


A 3 PARKING CONTROL PROVIDER

A 3.1 Base Path

<https://fgvt.htwsaar.de:4443/parkingcontrolprovider/v1>

A 3.2 Operations

A 3.2.1 Query Parking Lots

Description

Queries all available Parking Lots within a defined geographical area.

Path

/lots

Method

HTTP-GET

Parameter

Parameter	Description	Type	Dataformat	Required
geoarea	JSON description of a geographical area	Header	\$(GeoArea)	True

Responses

Status Code	Reason	Body	Header
200	OK	\$(ParkingLot)	-
400	Missing Header geoarea	\$(Error)	-
422	Wrong geoarea format	\$(Error)	-

A 3.2.2 Get Parking Lot

Description

Queries a specific parking lot with its identifier.

Path

/lots/<lotIdentifier>

Method

HTTP-GET

Parameter

Parameter	Description	Type	Dataformat	Required
lotIdentifier	The Identifier of the queried parking lot	Path Parameter	String	True

Responses

Status Code	Reason	Body	Header
200	OK	\$(ParkingLot)	-
204	No matching lot found	-	-

A 3.2.3 Place a booking

Description

Book a parking space at the parking control provider. The booking have to be confirmed with a separate Request.

Path

/bookings

Method

HTTP-POST

Parameter

Parameter	Description	Type	Dataformat	Required
BookingRequest	A Json Object which has all necessary information about a reservation	Body	\$(BookingRequest)	True

Responses

Status Code	Reason	Body	Header
201	OK	\$(BookingResponse)	-
400	Missing body or wrong json format	\$(Error)	-
422	Could not book a space	\$(Error)	-

A 3.2.4 Confirm a booking

Description

Confirm a booking.

Path

/bookings/<bookingIdentifier>

Method

HTTP-PUT

Parameter

Parameter	Description	Type	Dataformat	Required
bookingIdentifier	The identifier of a placed booking	Path Parameter	String	True
Confirmation	The confirmation object	Body	\$(BookingConfirmation)	True

Responses

Status Code	Reason	Body	Header
200	OK	-	-
204	No matching booking to confirm	-	-
400	Missing body or wrong json format	\$(Error)	-

A 3.2.5 Cancel a booking

Description

Cancel a placed booking.

Path

/bookings/<bookingIdentifier>

Method

HTTP-DELETE

Parameter

Parameter	Description	Type	Dataformat	Required
bookingIdentifier	The identifier of a placed booking	Path Parameter	String	True

Responses

Status Code	Reason	Body	Header
200	OK	-	-
204	No matching booking to delete	-	-

A 3.3 Dataformat

GeoArea

```
{
  "type" : " GeoArea ",
  "dataformat" : "application/x.etsi.302931+json",
  "area" : {
    "type":"CollectionGeoArea",
    "value":{
      "areaList": [
        {
          "type": "CircularGeoArea",
          "value": {
            "centerPoint": {
              "longitude":69361440,
              "latitude":492451730
            },
            "radius":10
          }
        },
        {
          "type":"EllipsoidalGeoArea",
          "value":{
            "centerPoint":{
              "latitude":492451730,
              "longitude":69361440
            },
            "longSemiAxis":100, //in meters
            "shortSemiAxis":100, //in meters
            "azimuth":20.3 //in degrees
          }
        },
        {
          "type":"RectangularGeoArea",
          "value":{
            "centerPoint":{
              "latitude":492451730,
              "longitude":69361440
            },
            "toShortSide":20, //in meters
            "toLongSide":30, //in meters
            "azimuthAngle":40.0 //in degrees
          }
        }
      ]
    } //end of area-value
  } //end of area
}
```

GeoPosition

```
{
  "latitude":<long>,
  "longitude":<long>
```

```
}
```

BookingRequest

```
{
  "requestedParkingLotIdentifier" : "<UUID>-String",
  "fromTsMs" : <timestamp>,
  "untilTsMs" : <timestamp>,
  "requirements" : [
    <$ParkingSpaceAttribute>,
    ...
  ],
  "callbackUri" : <URL>, //optional
  "chargingBooking" : { //optional
    "userIdentifier" : "<String>" //optional
  }
}
```

BookingResponse

```
{
  "bookingIdentifier" : "<String>",
  "bookingRequest" : <$BookingRequest>,
  "errorMessage" : "<DescriptionString>", //Optional
  "chargingBooking" : { //Optional
    "userIdentifier" : "<String>", //Optional
    "bookingIdentifier" : "<String>" //Optional
  }
}
```

ParkingSpaceAttribute

Enum:

PARENT_CHILD, WOMEN, DISABLED, E_CHARGER_AVAILABLE,
E_CHANGING_STATION

ParkingLot

```
{
  "parkingLotType" :
```

```
de.htwsaar.fgvt.parkinglibrary.implementations.lots.FGVTParkingLot",
```

```
"value" : {
  "identifier" : <String>,
  "centerPosition" : <$(GeoPosition)>,
  "parkingArea" : <$(GeoArea)>,
  "entries" : [
    <String>,
    ...
  ],
  "exits" : [
```

```
        <String>,  
        ...  
    ],  
    "numberOfSpaces" : <int>,  
    "openingHours" : <String>  
  }  
}
```

BookingConfirmation

```
{  
  "confirmation":true  
}
```


A 4 PUBLIC TRANSPORT SERVICE PROVIDER

A 4.1 Base Path

<https://fgvt.htwsaar.de:4443/publictransport/v1>

A 4.2 Operations

A 4.2.1 Query Routes

Description

Queries a list of routes with a specific origin and destination.

Path

/route

Method

HTTP-GET

Parameter

Parameter	Description	Type	Dataformat	Required
origin	Origin public transport station name	Query	String	True
destination	Destination public transport station name	Query	String	False
departureTime	Departure time to filter connections	Query	String	False
arrivalTime	Arrival time to filter connections as seconds timestamp	Query	String	False

Responses

Status Code	Reason	Body	Header
200	OK	\$(Routes)	
400	Missing mandatory header field		

422	If an unparsable time representation is given		
-----	---	--	--

A 4.2.2 Query single route by ID

Description

Queries one specific route by its id.

Path

/route/<routeIdentifier>

Method

HTTP-GET

Parameter

Parameter	Description	Type	Dataformat	Required
routeIdentifier	The Identifier of the queried route	Path Parameter	String	True

Responses

Status Code	Reason	Body	Header	
200	OK	\$(Route)	Key	Value
			-	-
204	No matching route	{}	Key	Value
			-	-

A 4.2.3 Place a booking

Description

Book a route at the public transport provider

Path

/booking

Method

HTTP-POST

Parameter

Parameter	Description	Type	Dataformat	Required
BookingRequest	A Json Object which has all necessary information about a reservation	Body	\$(BookingRequest)	True

Responses

Status Code	Reason	Body	Header	
201	OK	\$(BookingResponse)	Key	Value
			-	-
204	No matching route for the request	{"error":\$description}	Key	Value
			-	-
400	Missing body or wrong json format	{"error":\$description}	Key	Value
			-	-

A 4.2.4 Confirm a booking

Description

Confirm a booking.

Path

/booking/<bookingIdentifier>

Method

HTTP-PUT

Parameter

Parameter	Description	Type	Dataformat	Required
BookingIdentifier	The identifier of a placed booking	Path	String	True
Confirmation	The confirmation object	Body	\$(BookingConfirmation)	True

Responses

Status Code	Reason	Body	Header	
			Key	Value
200	OK	none	Key	Value
			-	-
204	No matching booking to confirm	{"error":\$description}	Key	Value
			-	-
400	Missing body or wrong json format	{"error":\$description}	Key	Value
			-	-

A 4.2.5 Cancel a booking

Description

Cancel a placed booking.

Path

/booking/<bookingIdentifier>

Method

HTTP-DELETE

Parameter

Parameter	Description	Type	Dataformat	Required
bookingIdentifier	The identifier of a placed booking	Path Parameter	String	True

Responses

Status Code	Reason	Body	Header	
			Key	Value
200	OK		Key	Value
			-	-
204	No matching booking	{"error":\$description}	Key	Value
			-	-

A 4.3 Dataformats

\$(Routes)

The example shows one route. For multiple results the array contains multiple routes.

```
{
  "routes": [
    {
      "legs": [
        {
          "arrival_time": {
            "text": "5:04pm",
            "time_zone": "Europe/Berlin",
            "value": 1484669067
          },
          "departure_time": {
            "text": "4:48pm",
            "time_zone": "Europe/Berlin",
            "value": 1484668083
          },
          "duration": {
            "text": "16 min",
            "value": 984
          },
          "end_address": "Bremen Blumenthalstraße",
          "end_location": {
            "lat": 53.083612,
            "lng": 8.817580999999999
          },
          "start_address": "Bremen Klagenfurter Straße",
          "start_location": {
            "lat": 53.110755,
            "lng": 8.854993
          },
          "steps": [
            {
              "duration": {
                "text": "16 min",
                "value": 984
              },
              "end_location": {
                "lat": 53.083612,
                "lng": 8.817580999999999
              },
              "start_location": {
                "lat": 53.110755,
                "lng": 8.854993
              },
              "transit_details": {
                "arrival_stop": {
                  "location": {
                    "lat": 53.083612,
                    "lng": 8.817580999999999
                  },
                  "name": "Bremen Blumenthalstraße"
                },
                "arrival_time": {
                  "text": "5:04pm",
                  "time_zone": "Europe/Berlin",
                  "value": 1484669067
                },
                "departure_stop": {
                  "location": {
```

```

        "lat": 53.110755,
        "lng": 8.854993
      },
      "name": "Bremen Klagenfurter Straße"
    },
    "departure_time": {
      "text": "4:48pm",
      "time_zone": "Europe/Berlin",
      "value": 1484668083
    }
  },
  "travel_mode": "TRANSIT"
}
]
}
],
"route_id": "01ec7eea-cc58-438b-9397-3d90ac3b9f1f"
}
]
}

```

\$(BookingRequest)

```

{
  "requestedRouteIdentifier" : "<UUID>-String"
}

```

\$(BookingResponse)

```

{
  "bookingIdentifier" : "<String>",
  "bookingRequest" : <$BookingRequest>,
  "errorMessage" : "<DescriptionString>" //Optional
}

```

\$(BookingConfirmation)

```

{
  „confirmation“:true
}

```

A 5 FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS

A 5.1 Systemsicht

Systemsicht - Soll alle Störungen zusammenfassen, die das System an sich betreffen. Das schließt die (vertikale) Kommunikation der Services mit dem Service Directory ein, und die Aktualisierung und Verwaltung des Service Registers											
ID	Komponente	Störfall	Ursache	Wann kann es auftreten?	Wahrscheinlichkeit	Auswirkungen	Severity Level	Detektionsmechanismen	Risikobewertung	Nächste Schritte	Anforderungen
1	Services (allgemein)	Service offline, Service reagiert nicht	Fehlfunktion, Überlastung, Wartung	Störungen abhängig von Reifegrad der Komponente, Wartungsintervall	Niedrig	Abhängig von Servicedichte je Service-Rolle	Mittel	Ping, Heartbeat, Watchdog	Niedrig		Ggfs. Anforderungen hinsichtlich Redundanz von Servern, Software und Services einführen
3	Services (allgemein)	Service flutet Netzwerk mit Anfragen, Daten	Fehlfunktion, Kompromittierung	jederzeit	Niedrig	Gefährdung anderer Services	Hoch	Traffic-Monitoring	Mittel		Service Ignorieren
	Services (allgemein)	Service meldet sich unter falschem Namen an	Fehlkonfiguration, Kompromittierung	jederzeit	Niedrig	Gefährdung der Service-Kommunikation	Mittel	Authentifizierung	Mittel		Möglichkeiten zur Authentifizierung bereithalten
25	Service-Directory	Service Directory Offline	Fehlfunktion, Überlastung, Wartung, Stromausfall, Internetstörung	Wartungsintervall, sporadisch	Niedrig	Gefährdung der Service-Kommunikation	Hoch	Monitoring	Mittel		Redundanzkonzept, Ausfallsicherheit, stabile Kommunikationsverbindung
26	Service-Directory	Fehlfunktion, Latenz	Überlastung	Stosszeiten	Niedrig	Gefährdung anderer Services	Hoch	Monitoring	Mittel		Redundanzkonzept, Load Balancing
27	Service-Directory	Kein Service mit entsprechenden Kriterien verfügbar	Kein Service verfügbar, Kriterien zu speziell	bei Nutzung des Service Directories	Hoch	Service kann nicht wie geplant genutzt werden	Niedrig	Feedback vom Service Consumer	Mittel		Rückmeldung an Service Consumer, Alternative vorschlagen, Services finden

A 5.2 Systemkomponentensicht

Systemkomponentensicht - Diese Sicht soll die Störungen zusammenfassen, die einzelne Services betreffen. Entweder bezogen auf die (horizontale) Kommunikation mit anderen Services oder auf die Bereitstellung des Services gegenüber dem Nutzer/Service Consumer											
ID	Komponente	Störfall	Ursache	Wann kann es auftreten?	Wahrscheinl.	Auswirkungen	Severity Level	Detektionsmechanismen	Risikobewertung	Nächste Schritte	Anforderungen
1	Services (allgemein)	Service offline, Service reagiert nicht	Fehlfunktion, Überlastung, Wartung	Störungen abhängig von Reifegrad der Komponente, Wartungsintervall	Niedrig	Dienstleistung kann nicht in Anspruch genommen werden	Hoch	Timeout	Mittel		neue Anfrage beim Service Directory
2	Services (allgemein)	Software-Defekt nach Wartung	Software-Regression	Nach Software-Änderungen	Mittel	Dienstleistung kann nicht oder nur eingeschränkt bereitgestellt werden, Fehler bei Buchung	Hoch	Log-Ausgaben, Plausibilitäts-Checks, Tests	Hoch		Qualitätssicherung
3	Services (allgemein)	Anderer Service sendet Unmengen von Anfragen, Daten	Fehlfunktion, Kompromittierung	jederzeit	Niedrig	Ein oder mehrere Service-Provider fallen aus oder sind beeinträchtigt	Hoch	Monitoring	Mittel		DoS-Präventionsmechanismen
5	Services (allgemein)	Bereits gebuchte Dienstleistungskapazität zur gewünschten Zeit doch nicht verfügbar	Fehlfunktion, Betrug (Verkauf von nicht vorhandenen Kapazitäten), Überziehung der vorherigen Reservierung durch anderen Nutzer	jederzeit	Niedrig	Gebuchte Dienstleistung kann nicht bereitgestellt werden	Hoch	Ressourcenkonflikte, Plausibilitäts-Checks, Rückmeldung durch Kunden	Mittel		Präventionsmechanismen, Plausibilitäts-Checks einrichten, Alternative bereitstellen
6	Parkraum-Service	Keine Stellplätze mit entsprechenden Kriterien verfügbar	Keine Stellplätze verfügbar, Kriterien zu speziell	UC-106	Hoch	Kunde bekommt nicht die gewünschte Dienstleistung	Niedrig	Datenbankabfrage	Hoch		Rückmeldung an Kunden, ggfs. Auf Alternativen verweisen
7	Parkraum-Service	gebuchter Stellplatz ist belegt	Falschparker, Überziehung durch Vornutzer	Bereitstellung Service	Mittel	Gebuchte Dienstleistung kann nicht in Anspruch genommen werden	Hoch	Rückmeldung durch Kunden, Parkplatzüberwachung	Hoch		Es soll einen Feedback Kanal geben. Alternativen sollen bereitgestellt werden. Abschleppen lassen.
8	Ladeinfrastruktur-Service	Keine Ladestationen mit entsprechenden Kriterien verfügbar	Keine Ladestationen verfügbar, Kriterien zu speziell	UC-108	Hoch	Kunde bekommt nicht den gewünschte Dienstleistung	Mittel	Datenbankabfrage	Hoch		Rückmeldung an Kunden, ggfs. Auf Alternativen verweisen
9	Ladeinfrastruktur-Service	gebuchter Stellplatz vor gebuchter Ladestation ist belegt	Falschparker, Überziehung durch Vornutzer	Bereitstellung Service	Mittel	Gebuchte Dienstleistung kann nicht in Anspruch genommen werden	Hoch	Rückmeldung durch Kunden, Parkplatzüberwachung	Hoch		Es soll einen Feedback Kanal geben. Alternativen sollen bereitgestellt werden. Abschleppen lassen.
10	Ladeinfrastruktur-Service	gebuchte Ladestation ist defekt	Vandalismus, technischer Defekt	Bereitstellung Service	Niedrig	Gebuchte Dienstleistung kann nicht in Anspruch genommen werden	Hoch	Rückmeldung durch Kunden, Health-Check	Mittel		Es soll einen Feedback Kanal geben. Alternativen sollen bereitgestellt werden.
11	CarSharing-Service	Keine Fahrzeuge mit entsprechenden Kriterien verfügbar	Keine Fahrzeuge verfügbar, Kriterien zu speziell	UC-115	Hoch	Kunde bekommt nicht die gewünschte Dienstleistung	Mittel	Datenbankabfrage	Hoch		Rückmeldung an Kunden, ggfs. Auf Alternativen verweisen

1 2	CarSharing-Service	Fahrzeug wird aus Versehen entsperrt	Service Consumer befindet sich bei Entsperrung nicht in der Nähe des Fahrzeugs oder löst Entsperrung aus Versehen aus	UC-117	Niedrig	Fahrzeug kann durch Dritte beschädigt oder verunreinigt oder gestohlen werden. Gebuchte Dienstleistung kann uU nicht in Anspruch genommen werden	Hoch	keine, evtl. Positionsvergleich Smartphone(App) und Fahrzeug	Mittel		technische Maßnahmen, Sicheres Verfahren zur Entsperrung
1 3	CarSharing-Service	Fahrzeug lässt sich nicht entsperren	eingeschränkte Mobilfunk/Wifi-Konnektivität	UC-117	Mittel	Gebuchte Dienstleistung kann nicht in Anspruch genommen werden	Hoch	Rückmeldung durch Kunden	Hoch		Es soll einen Feedback Kanal geben. Der Service Provider soll Alternativen vorschlagen. Technischer Support
1 4	CarSharing-Service	Fahrzeug defekt	Unfall, Defekt	Bereitstellung/Nutzung Service	Mittel	Gebuchte Dienstleistung kann nicht in Anspruch genommen werden	Hoch	Rückmeldung durch Kunden, evtl. Fahrzeugmonitoring, automatische Benachrichtigung möglich?	Hoch		Es soll einen Feedback Kanal geben. Alternativen sollen bereitgestellt werden. Technischer Support/Reparaturdienst
1 5	CarSharing-Service	Fahrzeug nicht da	Diebstahl, An falsche Position abgestellt	Bereitstellung Service	Niedrig	Angebot kann nicht wie geplant bereitgestellt werden, Beschwerden	Hoch	Rückmeldung durch Kunden, Fahrzeugmonitoring	Mittel		Fehlermeldung an Kunden falls Fahrzeug an falscher Position verlassen werden soll, nächstem Kunden Alternative anbieten, "Aufräumdienst", ggfs. Diebstahl anzeigen
1 6	ÖPNV-Service	Keine Verbindungen mit entsprechenden Kriterien verfügbar	Keine Verbindungen verfügbar, Kriterien zu speziell	UC-118	Hoch	Kunde bekommt nicht die gewünschte Dienstleistung	Mittel	Datenbankabfrage	Hoch		Rückmeldung an Kunden, ggfs. Auf Alternativen verweisen
1 7	ÖPNV-Service	Verbindung fällt aus	Unfall, Kapazitätsgrenze erreicht	Bereitstellung Service	Mittel	Gebuchte Dienstleistung kann nicht in Anspruch genommen werden	Hoch	Störungsmeldung	Hoch		Es soll einen Feedback Kanal geben. Alternativen sollen bereitgestellt werden.
1 8	Mobilitäts-Service-Provider (MSP)	Keine Angebote mit entsprechenden Kriterien verfügbar	UC-106, UC-108, UC-115, UC-118 liefern leere Liste	UC-124	Hoch	Kunde bekommt nicht die gewünschte Dienstleistung	Mittel	Rückmeldungen von Service Providern	Hoch		Rückmeldung an Kunden, ggfs. Auf Alternativen verweisen
1 9	Mobilitäts-Service-Provider (MSP)	Verbindung fällt aus	Teilstrecke fällt aus, kann nicht angetreten werden	Bereitstellung Service	Mittel	Gebuchte Dienstleistung kann nicht in Anspruch genommen werden	Hoch	Rückmeldung von Service Providern	Hoch		Es soll einen Feedback Kanal geben. Alternativen sollen bereitgestellt werden.
	Mobilitäts-Service-Provider (MSP)	Service Provider reagiert nicht mehr	Service Provider vorübergehend nicht erreichbar	bei Anfrage, Kommunikationsbedarf	Niedrig	Status unbekannt, Dienstverfügbarkeit eingeschränkt	Mittel	Timeout	Mittel		Erneute Anfrage an Service Directory nach geeigneten Ausweich-Service Providern
2 0	MSP-App	Backend nicht erreichbar	Eingeschränkte Konnektivität, MSP-Service offline	jederzeit	Niedrig	Keine Kontaktaufnahme durch Kunden möglich	Hoch	Monitoring Server-Status	Mittel		Monitoring der Verfügbarkeit erforderlich
2 1	MSP-App	App funktioniert nicht	Fehler in Host-System, veraltete Software, Bug	Jederzeit	Mittel	Keine Kontaktaufnahme durch Kunden möglich	Hoch	Software-Test, Versions-Check bei Verbindungsaufbau	Hoch		Qualitätssicherung, Tests, Update-Strategie

2 2	ITS-Roadside-Station	Backend nicht erreichbar	Kommunikationsausfall, Backendsystemausfall	jederzeit	Niedrig	Einzelne Dienstleistungen können nicht in Anspruch genommen werden	Mittel	Monitoring, Health-Checks	Niedrig		Es sollen Alternativen bereitgestellt werden
2 3	ITS-Roadside-Station	ETSI ITS-G5 Ausfall	Hardwareausfall, Softwareproblem	jederzeit	Niedrig	Einzelne Dienstleistungen können nicht in Anspruch genommen werden	Mittel	Monitoring, Health-Checks	Niedrig		Es sollen Alternativen bereitgestellt werden
2 4	ITS-Roadside-Station	Komplettausfall	Stromausfall	jederzeit	Niedrig	Einzelne Dienstleistungen können nicht in Anspruch genommen werden	Mittel	Monitoring, Health-Checks	Mittel		Es sollen Alternativen bereitgestellt werden

A 5.3 Kundensicht

Kundensicht - Diese Sicht soll aus Sicht des Kunden die Störungen abbilden, die direkt die Bereitstellung der Services an den Kunden betreffen.											
ID	Komponente	Störfall	Ursache	Wann kann es auftreten?	Wahrscheinl.	Auswirkungen	Severity Level	Detektionsmechanismen	Risikobew.	Nächste Schritte	Anforderungen
4	Services (allgemein)	Angebotskapazität reicht nicht	Hohe Nachfrage	Rush-Hour	Mittel	Dienstleistung kann nicht oder nur eingeschränkt in Anspruch genommen werden	Hoch	Anzeige auf HMI	Hoch		Der Service Provider soll Alternativen vorschlagen.
5	Services (allgemein)	Reservierte Dienstleistungskapazität zur gewünschten Zeit doch nicht verfügbar	Fehlfunktion, Betrug (Verkauf von nicht vorhandenen Kapazitäten), Überziehung der vorherigen Reservierung durch anderen Nutzer	jederzeit	Niedrig	Gebuchte Dienstleistung kann nicht in Anspruch genommen werden	Hoch	Anzeige auf HMI, Abgleich Anforderung mit Realität	Mittel		Es soll einen Feedback Kanal geben.
7	Parkraum-Service	gebuchter Stellplatz ist belegt	Falschparker	Anfahrt Stellplatz	Mittel	Gebuchte Dienstleistung kann nicht in Anspruch genommen werden	Hoch	Anzeige auf HMI, Abgleich Anforderung mit Realität	Hoch		Es soll einen Feedback Kanal geben. Alternativen sollen bereitgestellt werden.
9	Ladeinfrastruktur-Service	gebuchter Stellplatz vor gebuchter Ladestation ist belegt	Falschparker	Anfahrt Stellplatz	Mittel	Gebuchte Dienstleistung kann nicht in Anspruch genommen werden	Hoch	Anzeige auf HMI, Abgleich Anforderung mit Realität	Hoch		Es soll einen Feedback Kanal geben. Alternativen sollen bereitgestellt werden.
10	Ladeinfrastruktur-Service	gebuchte Ladestation ist defekt	Vandalismus, technischer Defekt	Anfahrt Stellplatz	Niedrig	Gebuchte Dienstleistung kann nicht in Anspruch genommen werden	Hoch	Anzeige auf HMI, Abgleich Anforderung mit Realität	Mittel		Es soll einen Feedback Kanal geben. Alternativen sollen bereitgestellt werden.
12	CarSharing-Service	Fahrzeug wird aus Versehen entsperrt	Service Consumer befindet sich bei Entsperrung nicht in der Nähe des richtigen Fahrzeugs oder löst Entsperrung aus Versehen aus	UC-117	Niedrig	Fahrzeug kann durch Dritte beschädigt oder verunreinigt oder gestohlen werden. Gebuchte Dienstleistung kann uU nicht in Anspruch genommen werden	Hoch	keine	Mittel		Es soll Plausibilitätschecks beim Service Provider geben. Es soll einen Feedback Kanal geben
13	CarSharing-Service	Fahrzeug lässt sich nicht entsperren	eingeschränkte Mobilfunk/Wifi-Konnektivität	UC-117	Mittel	Gebuchte Dienstleistung kann nicht in Anspruch genommen werden	Hoch	Versuch zu entsperren schlägt fehl	Hoch		Es soll einen Feedback Kanal geben. Der Service Provider soll Alternativen vorschlagen. Technischen Support, Fahrzeugfindfunktion um Fehlalarm zu vermeiden
14	CarSharing-Service	Fahrzeug defekt	Unfall, Defekt	Inanspruchnahme Service	Mittel	Gebuchte Dienstleistung kann nicht in Anspruch genommen werden	Hoch	Fahrzeug funktioniert nicht (mehr)	Hoch		Es soll einen Feedback Kanal geben. Alternativen sollen bereitgestellt werden.

15	CarSharing-Service	Fahrzeug nicht da	Diebstahl, An falsche Position abgestellt	Inanspruchnahme Service	Niedrig	Angebot kann nicht wie geplant bereitgestellt werden, Beschwerden	Hoch	Fahrzeug ist nicht da wo es sein soll	Mittel		Alternative anbieten, Fahrzeugfinder-Funktion um Fehlalarme zu vermeiden
17	ÖPNV-Service	Verbindung fällt aus	Unfall, Kapazitätsgrenze erreicht	Inanspruchnahme Service	Mittel	Gebuchte Dienstleistung kann nicht in Anspruch genommen werden	Hoch	Anzeige auf HMI, Verkehrsmittel kommt nicht	Hoch		Echtzeitverkehrsinformationen für den Kunden, Es soll einen Feedback Kanal geben. Alternativen sollen bereitgestellt werden.
18	Mobilitäts-Service-Provider (MSP)	Keine Angebote mit entsprechenden Kriterien verfügbar	UC-106, UC-108, UC-115, UC-118 liefern leere Liste	UC-124	Hoch	Kunde bekommt nicht die gewünschte Dienstleistung	Mittel	Anzeige auf HMI	Hoch		Der Service Provider soll Alternativen vorschlagen.
19	Mobilitäts-Service-Provider (MSP)	Verbindung fällt aus	Teilstrecke fällt aus, kann nicht angetreten werden	Inanspruchnahme Service	Mittel	Gebuchte Dienstleistung kann nicht in Anspruch genommen werden	Hoch	Anzeige auf HMI	Hoch		Es soll einen Feedback Kanal geben. Alternativen sollen bereitgestellt werden.
20	MSP-App	Backend nicht erreichbar	Eingeschränkte Konnektivität, MSP-Service offline	jederzeit	Niedrig	Keine Dienstleistung kann in Anspruch genommen werden	Hoch	Anzeige auf HMI	Mittel		Es soll einen Feedback Kanal geben, Fallbacklösung per Telefonanruf?
21	MSP-App	App funktioniert nicht	Fehler in Host-System, veraltete Software, Bug	Jederzeit	Mittel	Dienstleistung kann nicht oder nur eingeschränkt in Anspruch genommen werden	Hoch	Anzeige auf HMI, falsche Anzeige	Hoch		Qualitätssicherung, Portabilität, Kompatibilität, Updatestrategie
22	ITS-Roadside-Station	Backend nicht erreichbar	Kommunikationsausfall, Backendsystemausfall	jederzeit	Niedrig	Einzelne Dienstleistungen können nicht in Anspruch genommen werden	Mittel	Anzeige auf HMI	Niedrig		Es sollen Alternativen bereitgestellt werden
23	ITS-Roadside-Station	ETSI ITS-G5 Ausfall	Hardwareausfall, Softwareproblem	jederzeit	Niedrig	Einzelne Dienstleistungen können nicht in Anspruch genommen werden	Mittel	Anzeige auf HMI	Niedrig		Es sollen Alternativen bereitgestellt werden
24	ITS-Roadside-Station	Komplettausfall	Stromausfall	jederzeit	Niedrig	Einzelne Dienstleistungen können nicht in Anspruch genommen werden	Mittel	Anzeige auf HMI	Mittel		Es sollen Alternativen bereitgestellt werden