

---

## Ist-Daten-Schnittstelle Lademanagement

---

Betriebshofmanagement & ITCS

---

**Gesamtbearbeitung**

Arbeitsgruppe „Ist-Daten-Schnittstellen - AT Schnittstelle Lademanagement“



---

# Ist-Daten-Schnittstelle Lademanagement

---

## Betriebshofmanagement & ITCS

---

---

### Gesamtbearbeitung

AT Schnittstelle

Lademanagement

### Autorenverzeichnis

Barthel, Katrin, IVU Traffic Technologies AG, Berlin

Bauer, Heiko, CarMedialab GmbH, Bruchsal

Bruns, Winfried, VDV, Köln

Dyck, Johannes, IVU Traffic Technologies AG, Berlin

Epping, Michael, Vector Informatik GmbH, Stuttgart

Franke, Dr., Torsten, IVU Traffic Technologies AG, Aachen

Frenzel, Martin, PSI AG, Oldenburg

Friedrich, Uwe, BLIC GmbH, Düsseldorf

Großmann, Dirk, Vector Informatik GmbH, Stuttgart

Iffländer, Dipl.-Ing., Helmut, Iffländer Consulting for Public Transport,  
Riehen

Kowatsch, Benjamin, Vector Informatik GmbH, Stuttgart

Müller, Dominique, Trapeze Switzerland GmbH, Neuhausen am  
Rheinfall

Rogge, Matthias, EBS ebus solutions GmbH, Aachen

Sarlan, Dr.-Ing., Haluk, PSI Transcom GmbH, Berlin

Schabert, Alexander, ViriCiti B.V., Amsterdam

Schlotfeldt, Tim, Verkehrsbetriebe Hamburg-Holstein GmbH, Hamburg

Shkadarevich, Dimitri, CarMedialab GmbH, Bruchsal

Stimmerling, Rainer, Verkehrsautomatisierung Berlin GmbH, Berlin

Thiesing, Dipl.-Ing., Gustav, BLIC GmbH, Braunschweig

Wirtz, Daniel, IVU Traffic Technologies AG, Aachen

Zarif A. H., M.Eng., Dipl.-Ing.(FH), Hojat, Stromnetz Hamburg GmbH,  
Hamburg



Der Anwender ist für die sorgfältige und ordnungsgemäße Anwendung der Schrift verantwortlich. Stellt der Anwender Gefährdungen oder Unregelmäßigkeiten im Zusammenhang mit der Anwendung dieser Schrift fest, wird eine unmittelbare Benachrichtigung an den VDV erbeten. Eine Haftung des VDV oder der Mitwirkenden an der Schrift ist, soweit gesetzlich zulässig, ausgeschlossen.

© Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. Köln 2015 | Alle Rechte, einschließlich des Nachdrucks von Auszügen, der fotomechanischen oder datenverarbeitungstechnischen Wiedergabe und der Übersetzung, vorbehalten.

---

## Vorwort

Die Umrüstung auf alternative Antriebstechnologien ist für viele ÖPNV-Betriebe eine wichtige Aufgabe der Gegenwart. Hierbei stehen vor allem elektrobetriebene Fahrzeuge im Fokus. Die Herausforderung liegt in der Entwicklung eines Gesamtsystems, das auch den Datenaustausch über standardisierte Schnittstellen hinweg ermöglicht.

In diesem Zusammenhang spielt das Lademanagement an der Schnittstelle zwischen der Ladehardware und Vorsystemen eine zentrale Rolle. Das Dokument beschreibt die Schnittstelle des Lademanagements zu Vorsystemen.

Hinweis der Arbeitsgruppe:

Aus der Definition der Schnittstelle kann nicht unmittelbar geschlossen werden, wie z.B. Planung der Ladevorgänge in den Vorsystemen und die Regelung der Ladevorgänge im LMS erfolgen. Die Schnittstelle wurde bewusst frei gestaltet, um jeweils für den Anwendungsfall der Kunden angemessene Lösungen zu finden und unnötig komplexe Umsetzung von Ladesteuerung und Planung zu vermeiden.

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>6</b>
<b>Abkürzungen</b>	<b>10</b>

---

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>11</b>
1.1	Allgemeines	11
1.2	Kernfunktionen eines Lademanagementsystems im Kontext VDV463	11
1.2.1	Allgemeine Funktionen	11
1.2.2	Besonderheiten ÖPNV, Anbindung an betriebliche Informationssysteme	11
1.2.3	Anbindung an die Energieversorgung	12
1.2.4	Architektur	12
1.2.5	Abgrenzung	12
1.2.6	Fokus dieser Schrift	13
1.3	Anwendungsfälle ITCS, BMS und LMS	13
1.4	Datenübertragung und Austauschformat	14
1.5	Planspiele mit der Version 1.0 der vorliegenden Schrift	14

---

<b>2</b>	<b>Schnittstellenaufbau</b>	<b>15</b>
2.1	Aufzählungstypen	15
2.1.1	ChargingInstruction	15
2.1.2	ChargingPointFaultCode	15
2.1.3	ChargingPointStatus	15
2.1.4	ChargingStationFaultCode	15
2.1.5	ChargingStationStatus	16
2.1.6	PreconditioningRequest	16
2.1.7	ProcessStatus	16
2.1.8	VehicleChargingStatus	17
2.1.9	VehicleFaultCode	17
2.2	Informationsfluss vom Vorsystem an das LMS (ProvideChargingRequests)	17
2.2.1	ChargingRequest	17
2.2.2	ChargingRequestData	19
2.2.3	AutomaticPreconditioning	20
2.2.4	ManualPreconditioning	20
2.3	Informationsfluss vom LMS an das Vorsystem (ProvideChargingInformation)	21
2.3.1	DepotInfo	21
2.3.2	ChargingStationInfo	22
2.3.3	ChargingPointInfo	22
2.3.4	ChargingPointFaultInfo	24

2.3.5	VehicleInfo	24
2.3.6	TractionBatteryInfo	25
2.3.7	VehicleStatusInfo	26
2.3.8	VehicleFaultInfo	27
2.3.9	PreconditioningInfo	27
2.3.10	ChargingProcessInfo	28
2.3.11	ChargingPredictionData	29
2.3.12	ChargingPredictionDataMinSoc	29
2.3.13	ChargingPredictionDataFinalSoc	30
2.3.14	ElectricData	30
2.3.15	ScheduledChargingProcess	31
2.3.16	ChargingStationFaultInfo	31

---

<b>3</b>	<b>Technische Spezifikation</b>	<b>33</b>
----------	---------------------------------	-----------

3.1	WebSocket-Verbindung	33
3.1.1	Verbindungsherstellung durch Vorsysteme	33
3.1.2	WebSocket-Subprotokoll	33
3.1.3	Antwort des LMS	34
3.1.4	Beispiel des WebSocket-Handshakes:	34
3.2	Sicherheit	34
3.2.1	Authentifizierung	34
3.2.2	Zertifikate	35

---

<b>4</b>	<b>Nachrichten und fachliche Spezifikation</b>	<b>36</b>
----------	--	-----------

4.1	Grundlegende Struktur von Nachrichten	36
4.1.1	BootNotification	37
4.1.2	ProvideChargingRequests	37
4.1.3	ProvideChargingInformation	38
4.2	Nachrichten der Vorsysteme	38
4.2.1	BootNotification.req	38
4.2.2	ProvideChargingRequests.req	38
4.2.3	ProvideChargingInformation.conf	38
4.3	Nachrichten des LMS	38
4.3.1	BootNotification.conf	38
4.3.2	ProvideChargingRequests.conf	39
4.3.3	ProvideChargingInformation.req	39
4.4	Offline-Verhalten und Verhalten bei Wiederverbindung	39

---

<b>5</b>	<b>Glossar</b>	<b>40</b>
----------	----------------	-----------

5.1	Begriffe	40
5.2	Notation der grafischen Abbildungen (Basis: Altova-XMLSpy)	41



---

<b>6</b>	<b>Anhang</b>	<b>42</b>
6.1	Benutzung der Schnittstelle	42
6.2	Kommunikations-Sequenzen	42
6.2.1	Provisionierung und Verbindungsaufbau	43
6.2.2	Initiale Ladeanforderung (Charging Request)	45
6.2.3	Ankunft eines Fahrzeugs	47
6.2.4	Beginn des Ladevorgangs	49
6.2.5	Ladevorgang	50
6.2.6	Aktualisierung der Ladeanforderung	53
6.2.7	Beenden der Ladeprozedur	57
6.2.8	Abfahrt des Fahrzeugs	59
6.2.9	Offline-Verhalten	60
	<b>Regelwerke – Normen und Empfehlungen</b>	<b>62</b>
	<b>Bildverzeichnis</b>	<b>63</b>
	<b>Impressum</b>	<b>64</b>

---

## Abkürzungen

BMS	Betriebshofmanagementsystem
CSMS	Charging Station Management System, synonym für Lademanagementsystem (LMS)
EV	Electric vehicle
EVSE	Electric vehicle supply equipment synonym für Charging Point
FIN	Fahrzeugidentifikationsnummer
HVAC	<b>Heating, Ventilation and Air Conditioning</b>
ITCS	Intermodal Transport Control System
LMS	Lademanagementsystem
MAC	Media-Access-Control
OCPP	Open Charge Point Protocol
SNA	Signal not available
SOC	State of Charge - Aktueller Ladezustand der Traktionsbatterie
SOH	State of Health - Zustand der Traktionsbatterie

---

# 1 Einleitung

## 1.1 Allgemeines

In der gesamten Kommunikation von Elektrofahrzeugen bis zu den Vorsystemen werden mehrere Protokolle/Protokollvarianten verwendet.

Während die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladestation (DIN ISO 15118) und zwischen Ladestationen und Lademanagementsystem (OCPP) die eingebundene Kommunikationshardware und Leittechnik (OPC-UA, IEC 60870-5-104) standardisiert ist, liegt noch kein Austauschformat zwischen Lademanagementsystemen und Verkehrssystemen vor.

Die hier beschriebene Schnittstelle beschreibt die Kommunikation zwischen dem Lademanagement und den Vorsystemen.

## 1.2 Kernfunktionen eines Lademanagementsystems im Kontext VDV463

### 1.2.1 Allgemeine Funktionen

Die Hauptaufgaben eines Lademanagementsystems (LMS) im Kontext der VDV463 sind die Koordination, Überwachung und Steuerung von Ladevorgängen im Sinne eines oder mehrerer Ziele, bspw. der Berücksichtigung von Fahr- und Einsatzplänen, der Einhaltung lokaler Netzrestriktionen oder der Minimierung der Spitzenlast.

Das Lademanagementsystem ist mit der Ladeinfrastruktur im Austausch über Ladeanforderungen und deren Realisierbarkeit und steuert dadurch aktiv Ladevorgänge. Parameter, die Ladeanforderungen beeinflussen, sind Abfahrtszeiten und Ladeziele einzelner Fahrzeuge, sich daraus ergebende Priorisierungen oder eine maximale Gesamtlast über alle Ladevorgänge. Dem übergeordnet bestehen weitere Einflussfaktoren durch physikalische Netzrestriktionen vertraglicher Zielgrößen. Durch intelligente Steuer- und Regelungsalgorithmen kann eine Optimierung in Bezug auf Standdauer, Ladeleistung und Kosten stattfinden.

Die Realisierbarkeit eines Ladeplans ist gefährdet, wenn Ladevorgänge fahrzeug- oder infrastrukturseitig unterbrochen werden oder elektrische Leistung nicht im erwarteten Umfang zur Verfügung steht. Das Lademanagement versucht dann durch geeignete Maßnahmen, sei es durch Wiederaufsetzen des Vorgangs oder Veränderung der Ladeanforderungen insgesamt, das übergeordnete Gesamtziel dennoch selbständig zu erreichen.

### 1.2.2 Besonderheiten ÖPNV, Anbindung an betriebliche Informationssysteme

Im Öffentlichen Personennahverkehr herrschen zusätzliche, besondere Anforderungen. Die VDV-Schrift 230/1 aus 03/2018 spricht von einer Versorgung des Lademanagementsystems aus Vorsystemen des Öffentlichen Verkehrs, namentlich dem Leitsystem und dem Betriebshofmanagementsystem. Über diese Vorsysteme bezieht das Lademanagementsystem seinen betrieblichen Kontext und damit das übergeordnete Gesamtziel. Praktisch sind das Vorgaben über Zeitfenster, in denen das Fahrzeug dem Lademanagementsystem für Ladevorgänge zur Verfügung steht, also Zeitfenster mit frühestem Ladebeginn und spätestem Ladeende samt Zielladezustand. Wenn das Lademanagementsystem den Zielzustand nicht selbständig erreichen kann, gibt es die Information darüber an die genannten Vorsysteme zurück.

### 1.2.3 Anbindung an die Energieversorgung

Aufgrund der enormen Leistungen, die für das Laden einer elektrischen Busflotte benötigt werden, ist eine Anbindung an die Energieversorgung, respektive ihre Managementsysteme empfohlen. Dazu gehören Messsysteme zur Netzüberwachung sowie Systeme für die Anbindung von weiteren Stromverbrauchern und -erzeugern, wie stationäre Batteriespeicher oder Blockheizkraftwerke. Sowie, wenn vorhanden, Systeme zur Überwachung des lokalen Stromnetzes und der daran angeschlossenen Betriebsmittel und Systeme der Netzbetreiber, die zur Steuerung und Überwachung des Leistungsbezugs des lokalen Netzes integriert werden sollen (vgl. VDV260).

### 1.2.4 Architektur

Insgesamt ergibt sich folgendes abstrakte Architekturbild, welches im Wesentlichen aus der VDV-230/1 stammt und lediglich um eine Verbindung zwischen LMS und ITCS ergänzt wurde.

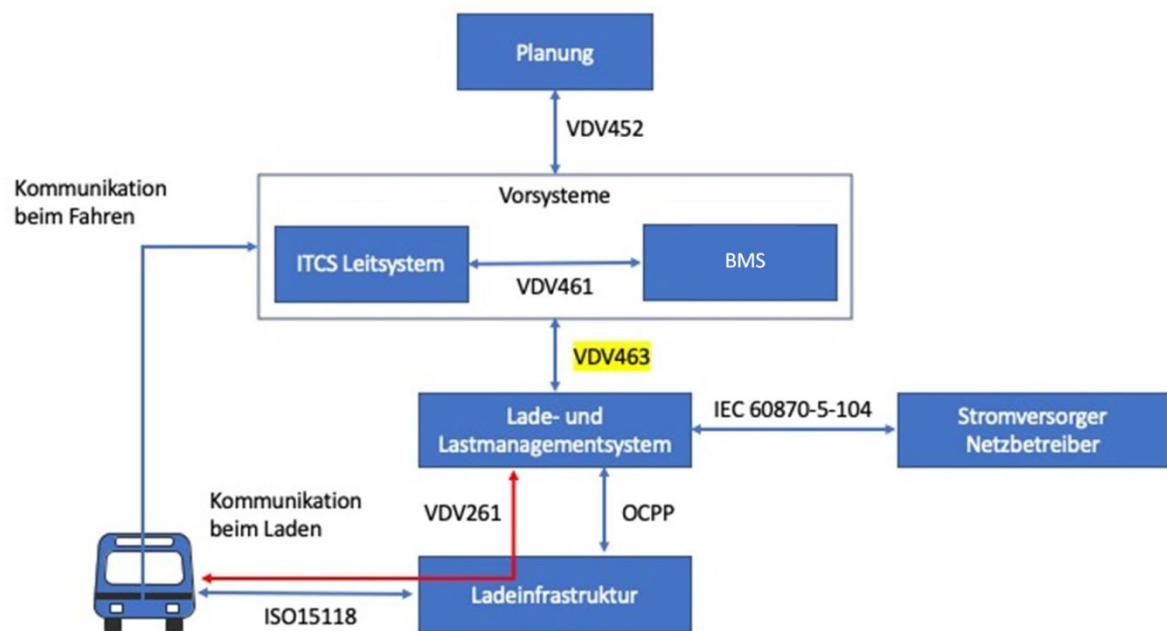


Abbildung 1-1: Einordnung des Lademanagements sowie deren Anbindung in der Systemlandschaft

### 1.2.5 Abgrenzung

Ergänzend und zur Abgrenzung sei noch angeführt, dass das LMS mit Ladepunkten, elektrischer Energie, mit Kapazitäten und Leistungen arbeitet, ITCS und BMS dagegen mit Reichweiten, Stellplätzen, Umläufen, Fahrten, Linien, Ankunfts- und Abfahrtszeiten.

Diese Schrift definiert nicht die Funktionalität des Lademanagementsystems, sondern nur dessen Schnittstelle mit den Vorsystemen.

Die Hoheit über dispositive Entscheidungen liegt immer auf der Ebene der Vorsysteme. Beispiele:

- Soll ein Ladepunkt auf der Strecke bei Verspätung übersprungen werden?  
Zuständigkeit für Disposition auf der Strecke liegt beim ITCS. ITCS entscheidet.

- Soll bei einer Ladeverzögerung im Depot mit weniger SOC ausgefahren oder ein anderes Fahrzeug zugewiesen werden? Zuständigkeit für Disposition im Depot liegt beim BMS. BMS entscheidet.

### 1.2.6 Fokus dieser Schrift

Die vorliegende Schrift befasst sich mit der Schnittstelle zwischen Lademanagementsystem und den als betriebliche Vorsysteme bezeichneten Verkehrsleitsystem (ITCS) und Betriebshofmanagementsystem (BMS). Der Einfachheit halber werden in dieser Version Vorsysteme einheitlich behandelt.

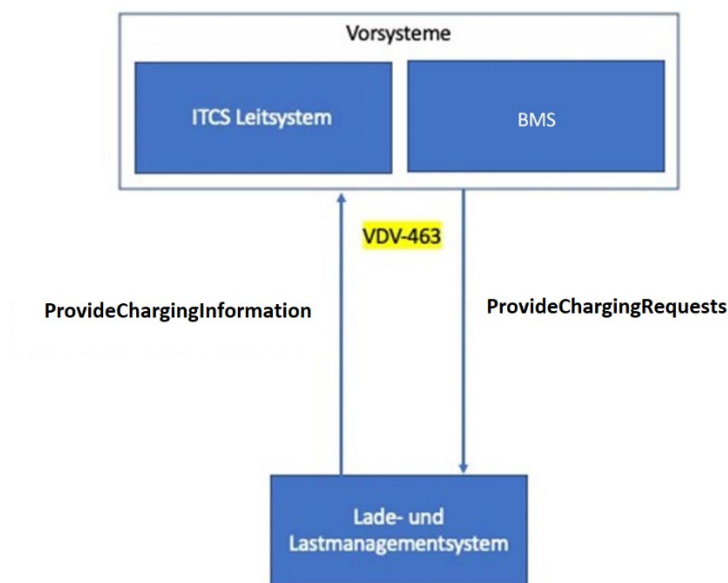


Abbildung 1-2: VDV463 Schnittstelle zwischen betrieblichen Vorsystemen und Lademanagement

## 1.3 Anwendungsfälle ITCS, BMS und LMS

Bei den folgenden Anwendungsfällen wird die Schnittstelle zwischen Vorsystemen und LMS verwendet.

- Umlaufdisposition und Übergabe der Ladeanforderung (ProvideChargingRequest) durch die Vorsysteme ITCS und BMS an das LMS
  - Neuanforderung zum Beispiel vor Betriebshofeinfahrt, vor Ankunft an Wendestellen (mindestens Fahrzeug-ID, Abfahrtszeit und Ziel-SoC)
  - Änderungsanforderung zum Beispiel bei dispositiven Änderungen (neue Abfahrtszeit, anderer Ziel SoC)
- Steuerung des Ladevorgangs bzw. Übergabe von Informationen zu einem Ladevorgang (ProvideChargingInformation). Das LMS schickt an das Vorsystem Informationen zu laufenden Lade- und Vorkonditionierungsprozessen, zu dem aktuellen Status der Ladeinfrastruktur und optional zu geplanten Ladeprozessen.
- Vorkonditionierung gem. den Vorgaben der Vorsysteme steuern und überwachen

## 1.4 Datenübertragung und Austauschformat

Im Kapitel 3 wird die Datenübertragung zwischen den Vorsystemen und Lademanagement beschrieben. Das Kapitel 4 beschreibt den Datenaustausch-Prozess. Im Anhang (Kapitel 6) sind Diagramme zum Datenaustausch bzw. zu Kommunikations-Sequenzen zu finden.

Neue oder verändert funktionale und nicht funktionale Anforderungen z.B. an die Effizienz der Übertragung oder auch die allgemeine technologische Evolution können es erforderlich machen, dass weitere Datenformate in künftigen Versionen der VDV463-Schnittstelle aufgenommen werden. Das Datenformat der Schnittstelle sollte daher als konfigurierbarer Variabilitätspunkt bei dem Entwurf der Software berücksichtigt werden.

## 1.5 Planspiele mit der Version 1.0 der vorliegenden Schrift

Im ITCS und BMS können sich z.B. durch Verspätungen oder defekte Ladesäulen leicht Situationen ergeben, die eine Abweichung vom vorgeplanten Ladeverhalten erzwingen.

Dann muss das Vorsystem (automatisch) oder der Disponent (manuell) in „Planspielen“ verschiedene Ladeszenarien bzgl. ihrer Auswirkungen gegeneinander abwägen, ehe eine Entscheidung zugunsten eines Ladeszenarios getroffen werden kann. Beispiel:

- Soll das Fahrzeug jetzt kurz geladen werden, um ohne Verspätung weiterfahren zu können? Reicht die Energie dann für die weiteren Fahrten des Umlaufs?
- Kann ich im weiteren Verlauf des Umlaufs ggf. an einer anderen Stelle noch einmal laden? Wieviel?
- Oder muss ich das Fahrzeug jetzt etwas länger laden, weil ansonsten die Energie nicht mehr ausreicht? Sollten es fünf Minuten sein oder besser 10 oder 20 Minuten?

Die jeweils in den verschiedenen Szenarien erreichbaren Energiemengen müssen vom Vorsystem beim LMS sequenziell angefragt werden. Das LMS kann dann bei seiner Antwort weitere Randbedingungen (z.B. temporäre Leistungsbegrenzungen der Ladeinfrastruktur etc. ) berücksichtigen.

Die vorliegende Version der Schnittstelle ist für derartige Planspiele nicht gut geeignet, weil jede durchführbare Anfrage des Vorsystems (ChargingRequest) auch zu einer Umplanung im Lademanagementsystem führt. Je höher die Dynamik der Planspiel-Abfragen ist, umso größer ist auch der störende Einfluss auf tatsächlich laufende Ladeprozesse.

Die Arbeitsgruppe hat sich aber entschieden, diesbezüglich zunächst die Entwicklung des Marktes abzuwarten und noch keine Planspiel-Abfragen in der Schnittstelle vorzusehen. In einer folgenden Version der Schnittstelle sind solche Planspiel-Abfragen aber denkbar.

Die Arbeiten an einer Folgeversion der Schrift sollen nach ersten Projekterfahrungen, innerhalb eines Jahres nach Veröffentlichung starten. Die Arbeitsgruppe ist offen für die Mitarbeit weiterer Teilnehmer.

---

## 2 Schnittstellenaufbau

In diesem Kapitel werden die semantischen Inhalte der Schnittstelle beschrieben. Die weiteren technischen Details (z.B. Datentypen, Wertebereiche) sind der Schemabeschreibung, die separat zur Verfügung gestellt wird, zu entnehmen.

### 2.1 Aufzählungstypen

#### 2.1.1 ChargingInstruction

Mit diesem Typ wird die Art des Ladeauftrags erfasst. Folgende Werte sind möglich:

- Normal: Es ist ein normaler bzw. neuer Ladeauftrag
- Changed: Der Ladeauftrag wurde geändert bzw. aktualisiert
- Terminate: Den Ladeauftrag (ChargingRequest, vgl. 2.2.1) sofort abbrechen.

Hinweis: Bei der Übermittlung von Ladeaufträgen werden immer alle dem Vorsystem bekannten Ladeaufträge übermittelt.

#### 2.1.2 ChargingPointFaultCode

Der Typ ChargingPointFaultCode definiert die Fehler-Codes für Störungen von Ladepunkten:

- NoFaultKnown: Kein Fehler dem System bekannt
- UsageFailure: Benutzungsfehler, Interaktion mit dem Nutzer notwendig
- CommunicationFailure: IT-Netzwerk Problem, IT-Experte notwendig (CP-EV-CommFailure in OCPP)
- OtherChargingPointFailure: Produktfehler, Ladestation- oder Ladepunkt-Hersteller informieren

#### 2.1.3 ChargingPointStatus

Der Typ erfasst den aktuellen Status eines Ladepunktes. Folgende Werte sind möglich:

- Available: Der Stecker ist verfügbar.
- Occupied: Der Ladepunkt wird gerade benutzt.
- Reserved: Der Stecker ist für einen Auftrag reserviert
- Unavailable: Der Stecker ist durch einen übergeordneten Befehl (in OCPP „ChangeAvailability“) stillgelegt und nicht verfügbar.
- Faulted: Der Ladepunkt ist fehlerhaft und für Energieübertragung nicht verfügbar.

Die Zustände entsprechen den Festlegungen der OCPP.

#### 2.1.4 ChargingStationFaultCode

Der Typ ChargingStationFaultCode definiert die Fehler-Codes für Störungen der Ladestation:

- NoFaultKnown: Kein Fehler dem System bekannt
- UsageFailure: Benutzungsfehler, Interaktion mit dem Nutzer notwendig (DoorOpenFailure in OCPP)

- CommunicationFailure: IT-Netzwerk Problem, Betriebspersonal notwendig (CSMS-CS-CommFailure in OCPP)
- ElectricalOperationFailure: Fehler in der Elektrik, Betriebspersonal informieren (GroundFailure, PowerSupplyFailure, TempOutsideSpecOperationRangeFailure in OCPP)
- ConfigurationFailure: Konfigurationsfehler, CSMS Administrator bzw. Ladestationhersteller informieren (LocalListConflictFailure, FirmwareUpdateFailure in OCPP)
- OtherChargingStationFailure: Produktfehler, Ladestation-Hersteller informieren (InternalSWFailure, InternalHWFailure in OCPP)

#### 2.1.5 ChargingStationStatus

Der Typ erfasst den aktuellen Status einer Ladestation. Folgende Werte sind möglich:

- Available: Die Ladestation ist verfügbar.
- Unavailable: Die Ladestation ist nicht verfügbar.
- Faulted: Die Ladestation ist fehlerhaft und für Energieübertragung nicht verfügbar.

Die Zustände entsprechen den Festlegungen der OCPP.

#### 2.1.6 PreconditioningRequest

Der Typ PreconditioningRequest definiert den Vorkonditionierungswunsch des Vorsystems nach VDV261:

- WarmWaterAndVentilation: Nur warmes Wasser und Belüften
- HotWaterAndHeating: Heißes Wasser und Heizen
- NoWaterCoolingOrVentilation: Kein warmes Wasser, Kühlen oder Belüften
- NoClimaticPreconditioningOrSNA: Keine Klima-Vorkonditionierung oder SNA

#### 2.1.7 ProcessStatus

Mit diesem Typ wird der Zustand eines Ladeprozesses erfasst.

Folgende Werte sind möglich:

- Preparing: Der Stecker ist für ein neues Fahrzeug nicht verfügbar, aber eine Energieübertragung findet noch nicht statt. Typischerweise wenn ein Benutzer das Kabel anschließt oder ein Fahrzeug den Stellplatz für die Ladestation besetzt.
- Charging: Das Fahrzeug wird geladen
- SuspendedEVSE: Das Fahrzeug ist angeschlossen, aber die Ladestation liefert keine Energie
- SuspendedEV: Das Fahrzeug ist angeschlossen, die Ladestation liefert Energie, aber das Fahrzeug lädt nicht.
- Finishing: Übertragung am Stecker beendet, aber der Stecker ist für ein neues Fahrzeug noch nicht verfügbar
- Queued: Der Ladevorgang ist eingereiht.
- ChargingRejectedTechnically: Der Ladeauftrag wurde aus technischen Gründen abgelehnt.

Die Zustände entsprechen weitestgehend den Festlegungen der OCPP. Nur die Ausprägungen „Queued“ und „ChargingRejectedTechnically“ wurden durch diese Schrift ergänzt.



### 2.1.8 VehicleChargingStatus

Mit diesem Typ wird der Ladestatus des Fahrzeugs erfasst.

Folgende Werte sind möglich:

- ReadyToCharge: Das Fahrzeug kann elektrische Leistung aufnehmen.
- Charging: Das Fahrzeug lädt.
- ChargingImpossible: Das Fahrzeug kann aktuell keine elektrische Leistung aufnehmen (Störung).
- Unknown: Keine Verbindung zwischen Lademanagement und Fahrzeug gemäß VDV261 möglich.

Die Zustände entsprechen den Festlegungen der VDV261.

### 2.1.9 VehicleFaultCode

Der Typ VehicleFaultCode definiert die Fehler-Codes für Störungen von Fahrzeugen.

Aktuell sind noch keine allgemeingültigen Codes festgelegt.

## 2.2 Informationsfluss vom Vorsystem an das LMS (ProvideChargingRequests)

Für den Informationsaustausch vom Vorsystem zum Lademanagementsystem bzgl. der Ladeanforderungen wird die Liste „chargingRequestList“ verwendet.

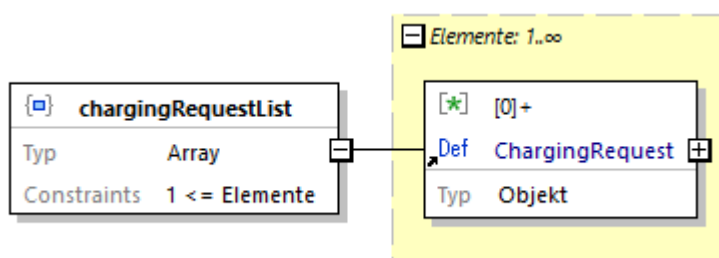


Abbildung 2-1: Übergeordnete Liste chargingRequestList

In der `chargingRequestList` sind alle dem Vorsystem bekannten Requests oder Updates enthalten (vgl. 2.2.1). Wenn `chargingRequestID` in der vorherigen Lieferung vorhanden war, wird die Ladeanforderung als Update interpretiert.

### 2.2.1 ChargingRequest

Der Typ enthält die Daten einer Ladeanforderung.

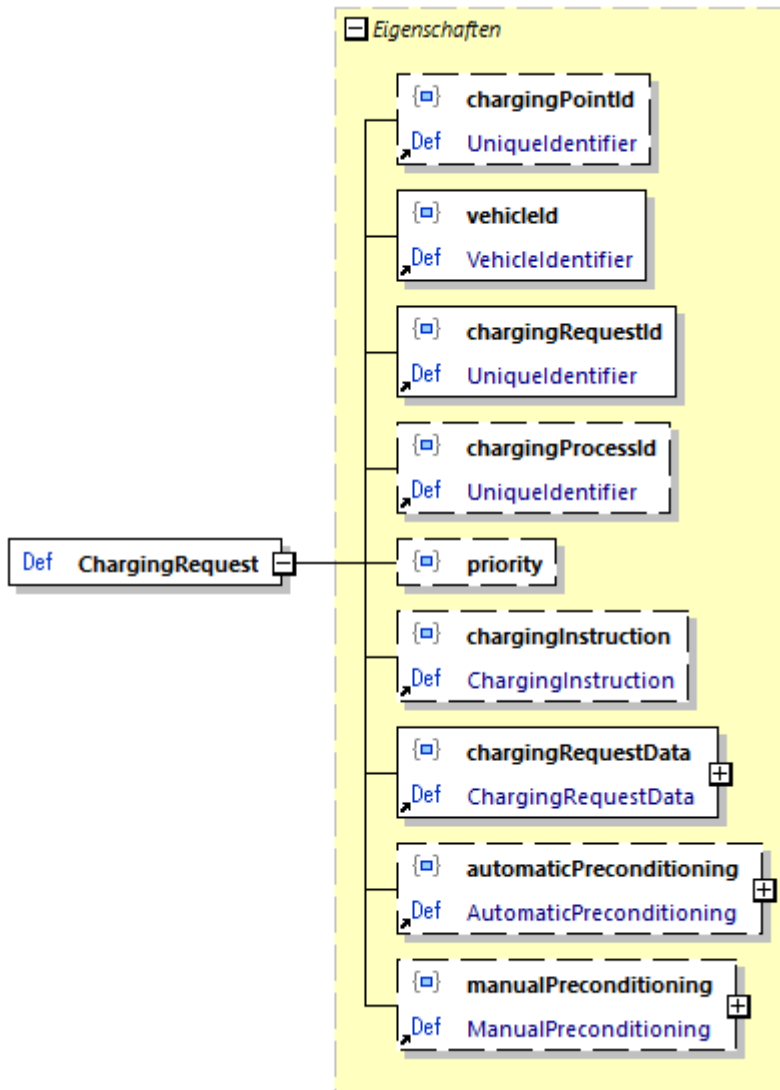


Abbildung 2-2: Typ ChargingRequest

Der Typ ChargingRequest hat folgende Attribute:

- **chargingPointId:** Identifikator des Ladepunktes, an dem das Fahrzeug geladen werden soll. Optional, da das BMS erst kurz vor Ankunft auf dem Betriebshof einen festen Ladepunkt zuteilt, aber die Ladeanforderung deutlich früher bekannt ist.
- **vehicleId:** Identifikator des Fahrzeugs, das geladen werden soll. Normalerweise FIN des Fahrzeuges (in VDV 261 vorhanden)
- **chargingRequestId:** Pro Vorsystem eindeutige Referenz auf die momentan gültige Ladeanforderung (vom Vorsystem vergeben)
- **chargingProcessId:** Referenz auf den Ladevorgang, der mit diesem Ladeauftrag geändert wird. Diese Referenz muss zwingend angegeben werden, wenn es sich um einen Ladeauftrag zu dem das LMS bereits Informationen geliefert hat. Dank dieser beidseitigen Verknüpfung zwischen Ladevorgang und Ladeauftrag wird ermöglicht, dass das Vorsystem – sofern zuständig – auch spontane Ladevorgänge ändern kann, die es nicht beauftragt hat.
- **priority:** Gewichtung des Ladevorgangs: Vom Vorsystem festgelegte Wichtigkeit der Ladeanforderung, wenn nicht alle Ladeanforderungen auftragsgerecht bedient werden können. Je kleiner der Wert, desto wichtiger ist der Ladevorgang.
- **chargingInstruction:** Art des Ladeauftrags (vgl.2.1.1)

- chargingRequestData: Unterstruktur zur Ladeanforderung (vgl. 2.2.2)
- automaticPreconditioning: Unterstruktur mit Vorgaben zur automatischen Vorkonditionierung (vgl. 2.2.3)
- manualPreconditioning: Unterstruktur mit Vorgaben zur manuellen Vorkonditionierung (vgl. 2.2.4)

## 2.2.2 ChargingRequestData

Der Typ stellt die Daten einer Ladeanforderung dar.

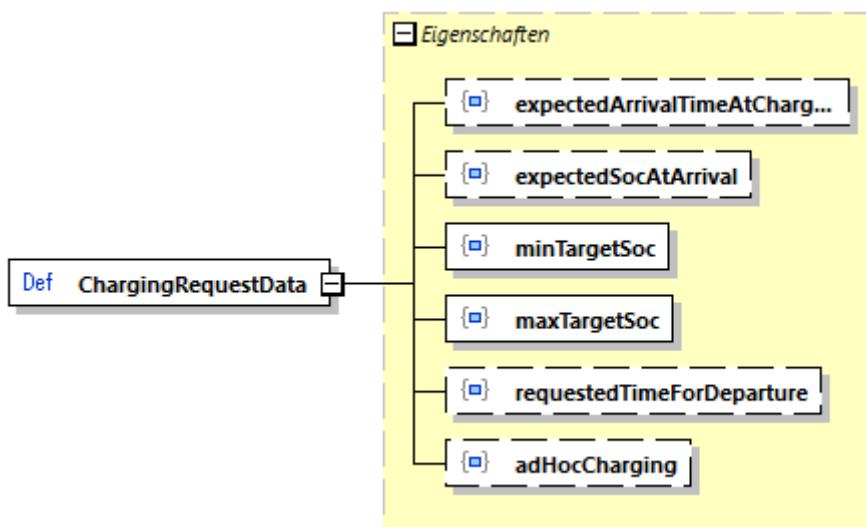


Abbildung 2-3: Typ ChargingRequestData

Der Typ ChargingRequestData hat folgende Attribute:

- expectedArrivalTimeAtChargingPoint: Erwartete Ankunft des Fahrzeugs an der Ladestation
- expectedSocAtArrival: SoC bei Ankunft an der Ladestation in % bezogen auf die aktuell verfügbare Kapazität
- minTargetSoc: SoC-Zielvorgabe (Minimalwert) in % bezogen auf die aktuelle Maximalkapazität (unter Berücksichtigung des SoH)
- maxTargetSoc: SoC-Zielvorgabe (Maximalwert) in % bezogen auf die aktuelle Maximalkapazität (unter Berücksichtigung des SoH)
- requestedTimeForDeparture: Zeitliche Zielvorgabe bis zum abstecken des Busses von der Ladeinfrastruktur
- adHocCharging: Vorgabe „sofortige Ladung“, sie wird alternativ zu "requestedTimeForDeparture" geliefert. Sofort nach Ankunft des Fahrzeugs ist mit dem Laden zu beginnen.

### **Implementationshinweis:**

Bei mehreren AdHoc-Ladeanforderungen wird die "priority" von ChargingRequest (vgl. 2.2.1) zusätzlich ausgewertet.

### 2.2.3 AutomaticPreconditioning

Der Typ enthält die Daten der automatischen Vorkonditionierung.

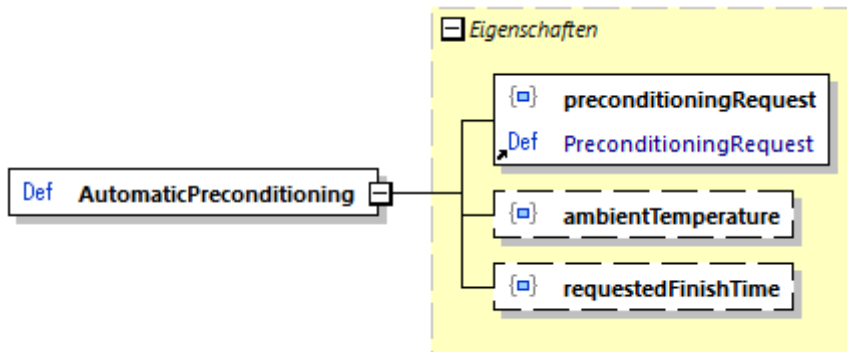


Abbildung 2-4: Typ AutomaticPreconditioning

Der Typ AutomaticPreconditioning hat folgende Attribute:

- preconditioningRequest: Vorkonditionierungstyp nach VDV261 (vgl. 2.1.6)
- ambientTemperature: Umgebungstemperatur außerhalb Tiefgarage in [°C]
- requestedFinishTime: Vorgegebene Endzeit, bis zum abstecken des Busses von der Ladeinfrastruktur

### 2.2.4 ManualPreconditioning

Der Typ enthält die Daten der manuellen Vorkonditionierung und wird für Fahrzeuge, die die automatische Vorkonditionierung nicht unterstützen, bzw. für ungeplante Fahrten benutzt.

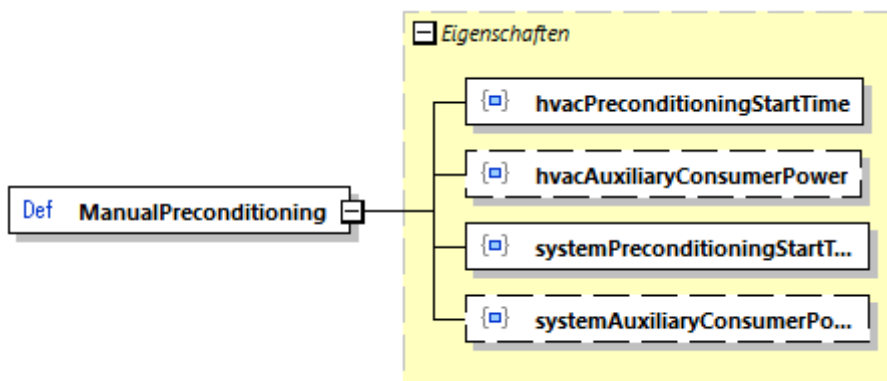


Abbildung 2-5: Typ ManualPreconditioning

Der Typ ManualPreconditioning hat folgende Attribute:

- hvacPreconditioningStartTime: Vorgegebene Startzeit für die klimatische Vorkonditionierung

- **hvacAuxiliaryConsumerPower:** Leistungsvorgabe für die klimatische Vorkonditionierung (Klima, Heizung) in [kW]
- **systemPreconditioningStartTime:** Vorgegebene Startzeit für die System-Vorkonditionierung
- **systemAuxiliaryConsumerPower:** Leistungsvorgabe für die System-Vorkonditionierung (24V, Druckluft, Traktionsbatterie) in [kW]

## 2.3 Informationsfluss vom LMS an das Vorsystem (ProvideChargingInformation)

Für den Informationsaustausch vom Lademanagement zu Vorsystemen bzgl. der Ladepunkte (inkl. angeschlossene Fahrzeuge, Ströme) wird die Liste „depotInfoList“ verwendet.

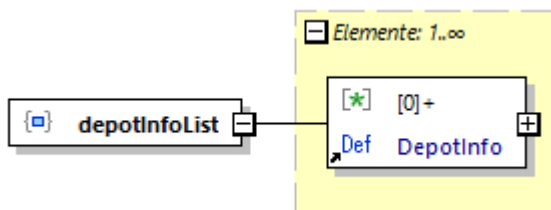


Abbildung 2-6 : Übergeordnete Liste depotInfoList

In der depotInfoList sind Informationen aller dem Lademanagementsystem bekannten Depots (vgl. 2.3.1) enthalten. Es wird davon ausgegangen, dass diese Informationen zyklisch übermittelt werden, so dass eine Statusüberwachung der Ladeprozesse und der Ladestationen durch die Vorsysteme möglich ist.

### 2.3.1 DepotInfo

Dieser Typ ist für die Informationen eines Depots vorgesehen.

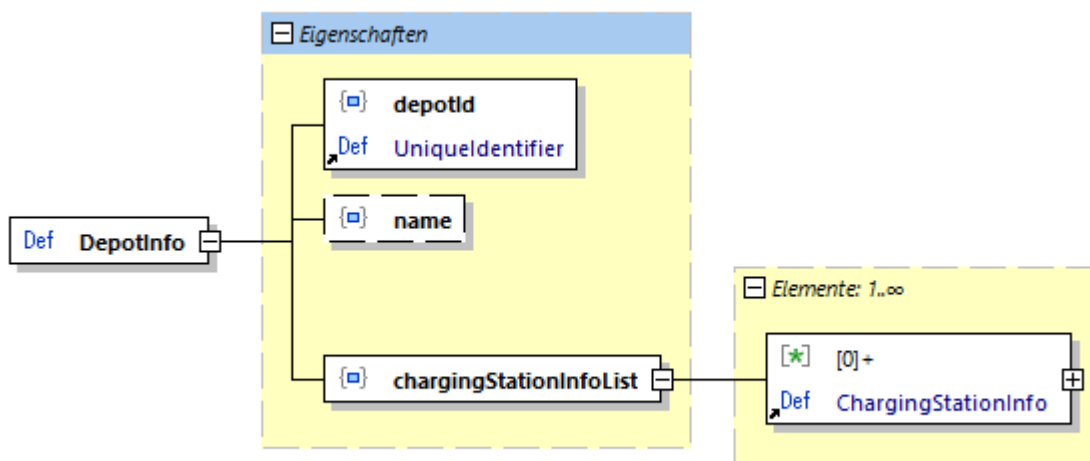


Abbildung 2-7: Typ DepotInfo

Der Typ DepotInfo hat folgende Attribute:

- depotId: Identifikator des Depots
- name: Name des Depots
- chargingStationInfoList: Liste der diesem Depot zugeordneten Ladestationen (vgl. 2.3.2)

### 2.3.2 ChargingStationInfo

Dieser Typ ist für die Informationen einer Ladestation vorgesehen.

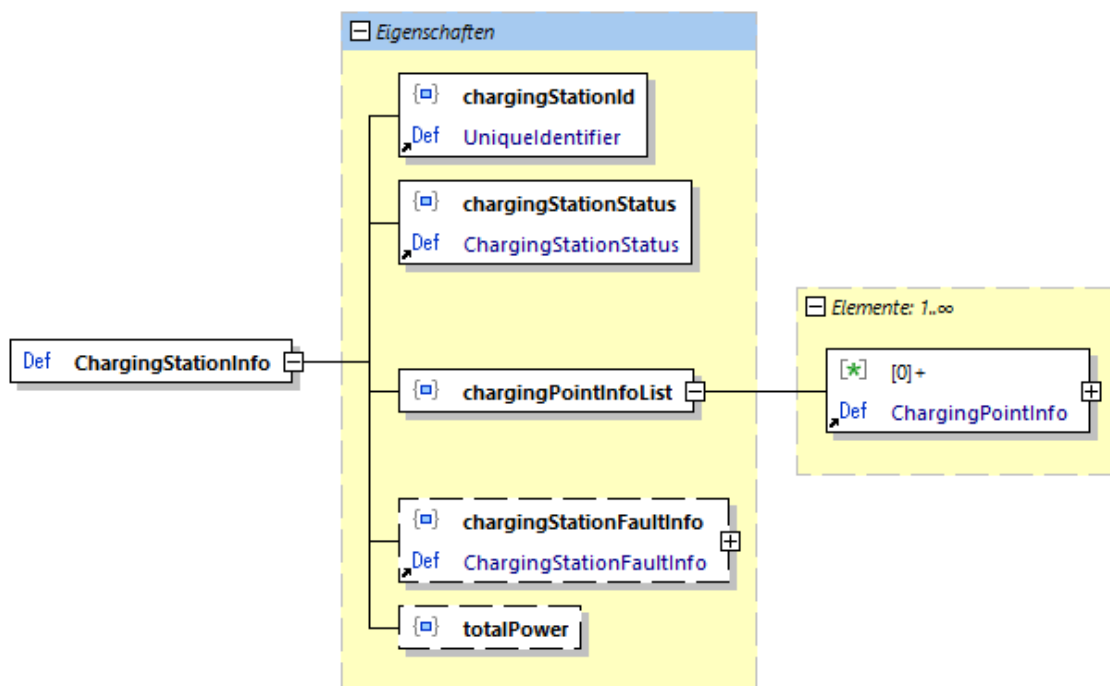


Abbildung 2-8: Typ ChargingStationInfo

Der Typ ChargingStationInfo hat folgende Attribute:

- chargingStationId: Identifikator der Ladestation, eindeutig auch über mehrere Depots hinweg.
- chargingStationStatus: Aktueller Status einer Ladestation (vgl. 2.1.5)
- chargingPointInfoList: Liste der dieser Ladestation zugeordneten Ladepunkte (vgl. 2.3.3)
- chargingStationFaultInfo: Fehler auf der Ebene der Ladestation (vgl. 2.3.16)
- totalPower: Vom Energieversorger bezogene Momentan-Leistung in [kW]

### 2.3.3 ChargingPointInfo

Dieser Typ beinhaltet die Statusinformationen zu einem Ladepunkt.

An einem Ladepunkt besteht die Lademöglichkeit für **ein** Fahrzeug, ihm ist i.d.R. mindestens ein Haltepunkt oder Abstellplatz zugeordnet.

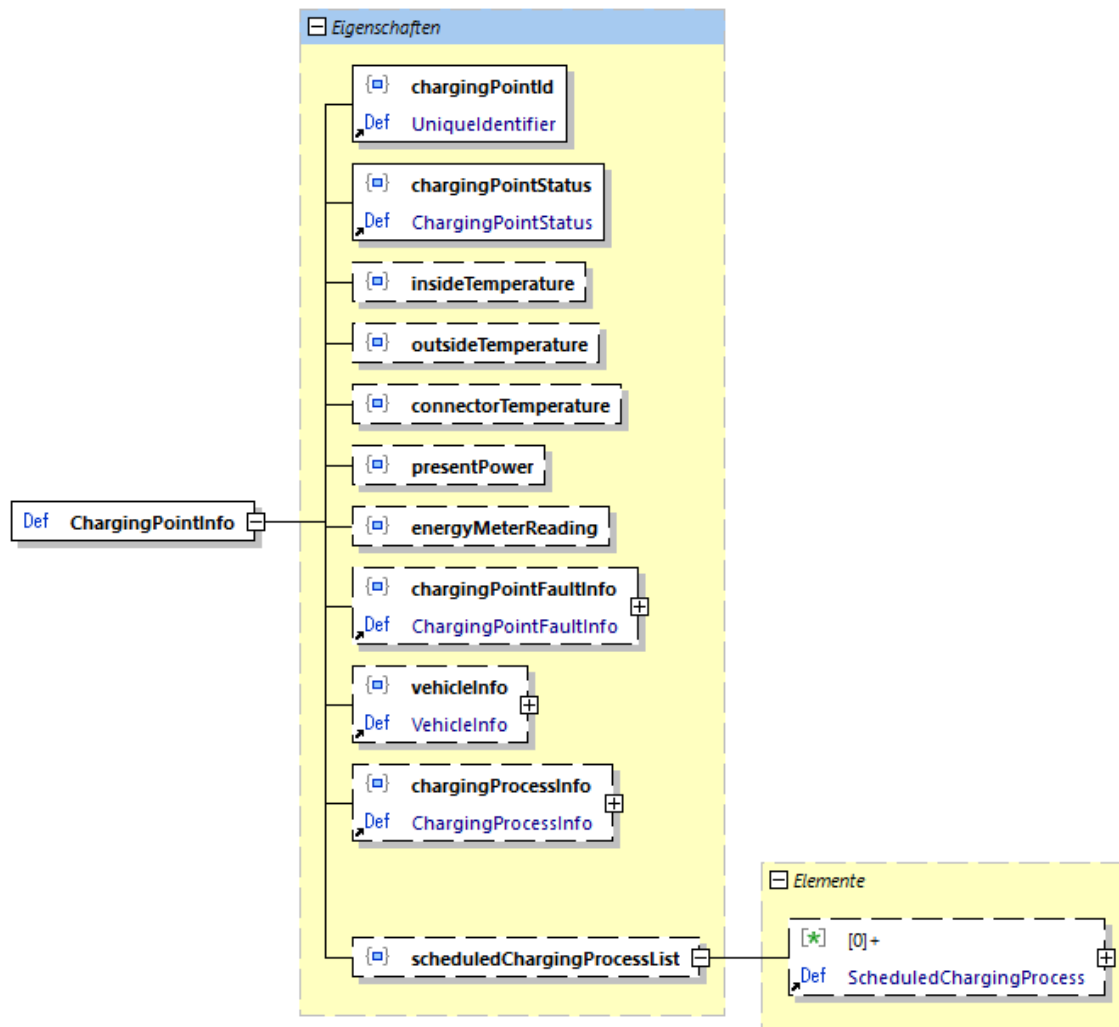


Abbildung 2-9: Typ ChargingPointInfo

Der Typ ChargingPointInfo hat folgende Attribute:

- **chargingPointId**: Eindeutiger Identifikator des Ladepunktes.
- **chargingPointStatus**: Aktueller Status eines Ladepunktes (vgl. 2.1.3)
- **chargingPointFaultInfo**: Fehler auf der Ebene des Ladepunktes (vgl.2.3.4)
- **insideTemperature**: Temperatur im Innern der Ladevorrichtung in [°C].  
Optionaler Wert, kann z.B. für Störungsinfo im ITCS benutzt werden.
- **outsideTemperature**: Temperatur außerhalb der Ladevorrichtung in [°C].  
Optionaler Wert, kann z.B. für Störungsinfo im ITCS benutzt werden.
- **connectorTemperature**: Temperatur an der Ladevorrichtung (Stecker, Pantograf, Induktionsplatte) in [°C].  
Optionaler Wert, kann z.B. für Störungsinfo im ITCS benutzt werden.
- **presentPower**: Optional, aktuell verfügbare Leistung in [kW]
- **energyMeterReading**: Energiezähler-Stand des Ladepunktes in [Wh]. Optional, Übermittlung des absoluten, aufsummierten Standes auch ohne z. Z. aktives Fahrzeug

- vehicleInfo: Unterstruktur zum Fahrzeug (vgl. 2.3.5).  
**Implementationshinweis:**  
Sie muss vorhanden sein, wenn ein Fahrzeug mit dem Ladepunkt kommuniziert.
- chargingProcessInfo: Unterstruktur zum Ladevorgang (vgl. 2.3.10).  
**Implementationshinweis:**  
Sie muss vorhanden sein, wenn ein Ladevorgang stattfindet.
- scheduledChargingProcessList: Liste der Ladeprozesse, die in der Zukunft geplant sind (vgl. 2.3.15)

#### 2.3.4 ChargingPointFaultInfo

Der Typ stellt Informationen zu einer Störung am Ladepunkt dar.

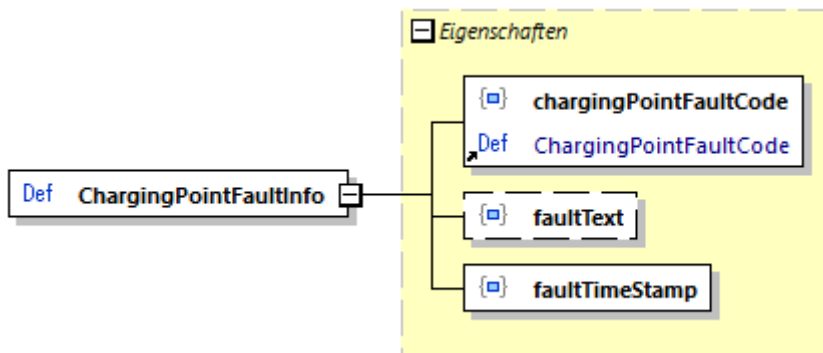


Abbildung 2-10: Typ ChargingPointFaultInfo

Der Typ ChargingPointFaultInfo hat folgende Attribute:

- chargingPointFaultCode: Code für den Fehler, vgl. 2.1.2
- faultText: Textuelle Beschreibung des Fehlers
- faultTimeStamp: Datum und Zeitpunkt der Störung (Störungszeit)

#### 2.3.5 VehicleInfo

Der Datentyp enthält die Daten eines an der Ladestation identifizierten Fahrzeugs.



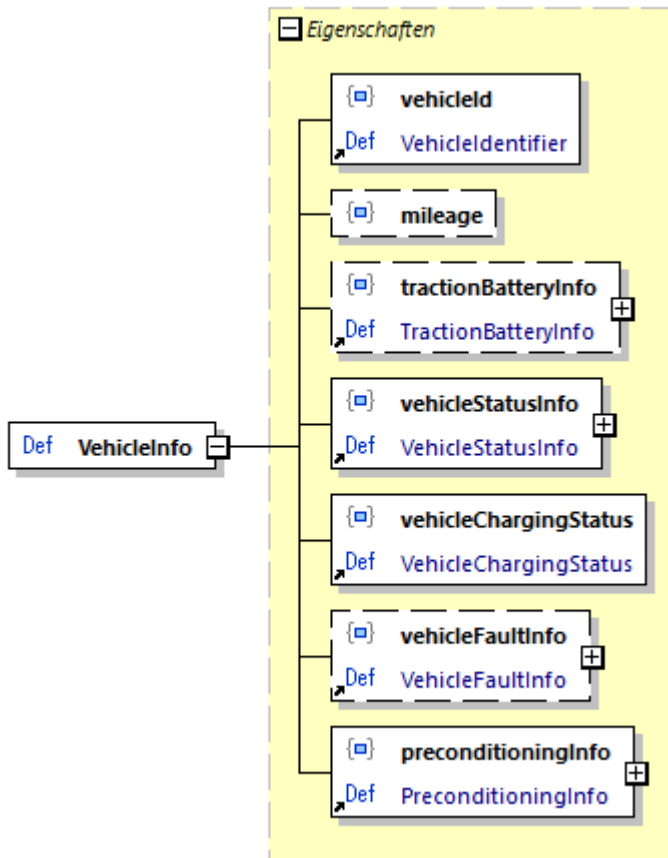


Abbildung 2-11: Typ VehicleInfo

Der Typ VehicleInfo hat folgende Attribute:

- vehicleId: Gibt den übermittelten Identifikator des Fahrzeugs zurück.
- mileage: Odometerstand des Fahrzeuges in [km]
- tractionBatteryInfo: Informationen zur Traktionsbatterie (vgl. 2.3.6)
- vehicleStatusInfo: Statusinformationen zum Fahrzeug (vgl. 2.3.7)
- vehicleChargingStatus: Statusinformationen zum Ladeprozess des Fahrzeugs (vgl. 2.1.8)
- vehicleFaultInfo: Fehlercode auf der Ebene des Fahrzeugs (vgl. 2.3.8)
- preconditioningInfo: Unterstruktur für die Vorkonditionierung (vgl. 2.3.9)

### 2.3.6 TractionBatteryInfo

Der Typ stellt Informationen zu der Traktionsbatterie dar.

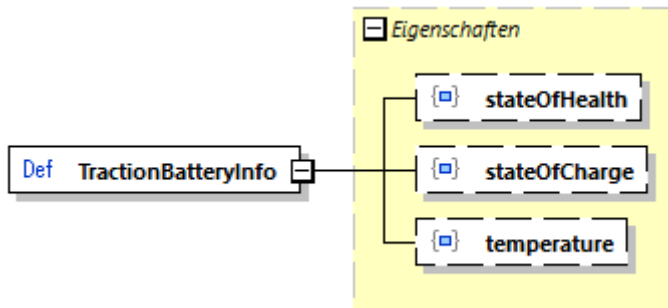


Abbildung 2-12 : Typ TractionBatteryInfo

Der Typ TractionBatteryInfo hat folgende Attribute:

- stateOfCharge: Aktueller SoC der Traktionsbatterie in Prozent bezogen auf die aktuell verfügbare Maximalkapazität
- stateOfHealth: Aktueller SoH der Traktionsbatterie in Prozent bezogen auf die nominell verfügbare Maximalkapazität
- temperature: Aktuelle Temperatur der Traktionsbatterie

### 2.3.7 VehicleStatusInfo

Mit diesem Typ werden die Statusinformationen vom Fahrzeug erfasst.

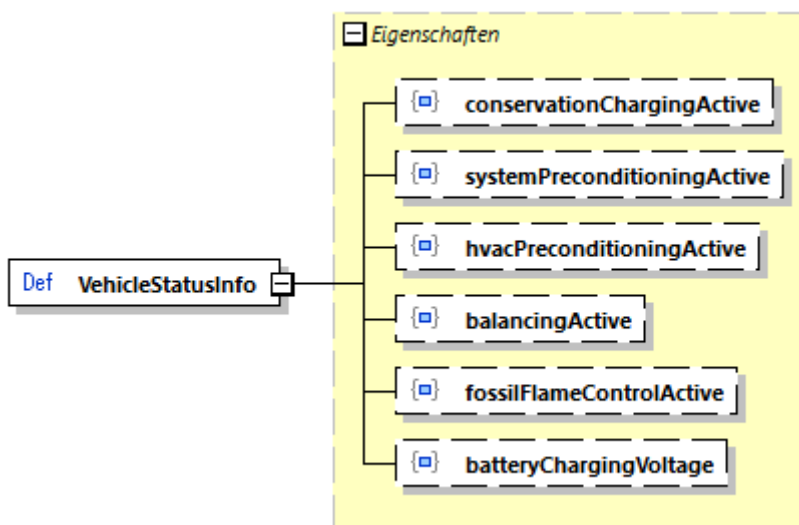


Abbildung 2-13. Typ VehicleStatusInfo

Der Typ VehicleStatusInfo hat folgende Attribute:

- conservationChargingActive: Gibt an, ob das Fahrzeug aktuell in der Erhaltungsladung ist
- systemPreconditioningActive: Gibt an, ob das Fahrzeug aktuell das System vorkonditioniert (24V, Druckluft, Traktionsbatterie) wird
- hvacPreconditioningActive: Gibt an, ob das Fahrzeug aktuell klimatisch vorkonditioniert (Heizung, Kühlung) wird
- balancingActive: Gibt an, ob das Fahrzeug aktuell ein Balancing durchführt
- fossilFlameControlActive: Gibt an, ob die fossile Flammenkontrolle im Fahrzeug zurückgemeldet wird
- batteryChargingVoltage: Aktuelle Ladespannung der 12/24V-Batterie in [V]

### 2.3.8 VehicleFaultInfo

Der Typ stellt Informationen zu einer Störung am Fahrzeug dar.

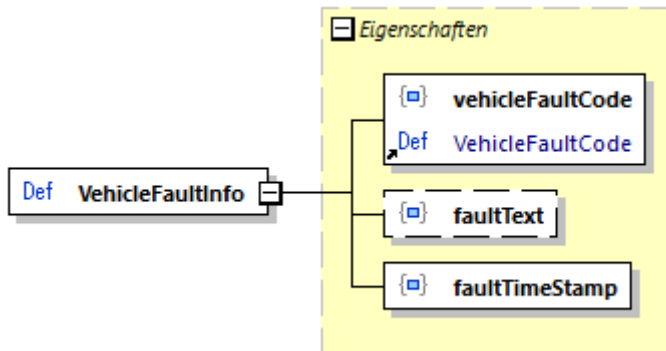


Abbildung 2-14: Typ VehicleFaultInfo

Der Typ VehicleFaultInfo hat folgende Attribute:

- vehicleFaultCode: Code für den Fehler, vgl. 2.1.9
- faultText: Textuelle Beschreibung des Fehlers
- faultTimeStamp: Datum und Zeitpunkt der Störung (Störungszeit)

### 2.3.9 PreconditioningInfo

Der Typ enthält Informationen zur Vorkonditionierung gemäß VDV261 und wird optional benutzt.

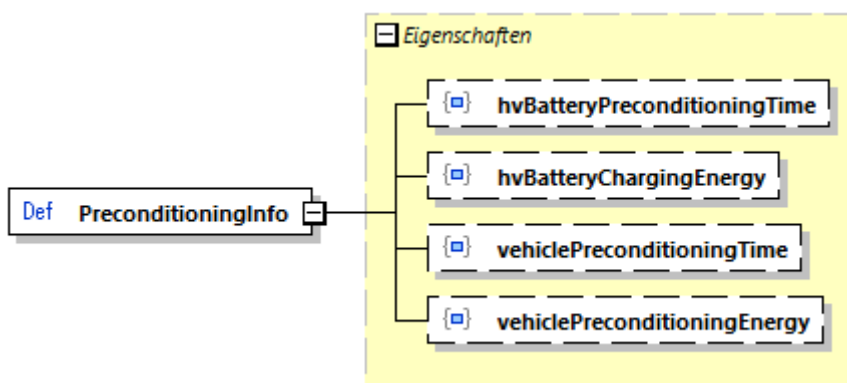


Abbildung 2-15: Typ PreconditioningInfo

Der Typ PreconditioningInfo hat folgende Attribute:

- hvBatteryPreconditioningTime: Benötigte Dauer (Minuten) Vorkonditionierung der HV-Batterie
- hvBatteryChargingEnergy: Benötigte Energie (kWh) zum Laden der HV-Batterie (einschließlich der Energiemenge zur Vortemperierung (siehe VDV 261))

- vehiclePreconditioningTime: Benötigte Dauer (Minuten) zum Vorkonditionieren des Fahrzeugs
- vehiclePreconditioningEnergy: Benötigte Energie (kWh) zum Vorkonditionieren des Fahrzeugs

### 2.3.10 ChargingProcessInfo

Der Typ stellt Ladeprozessinformationen zu einem Fahrzeug dar.

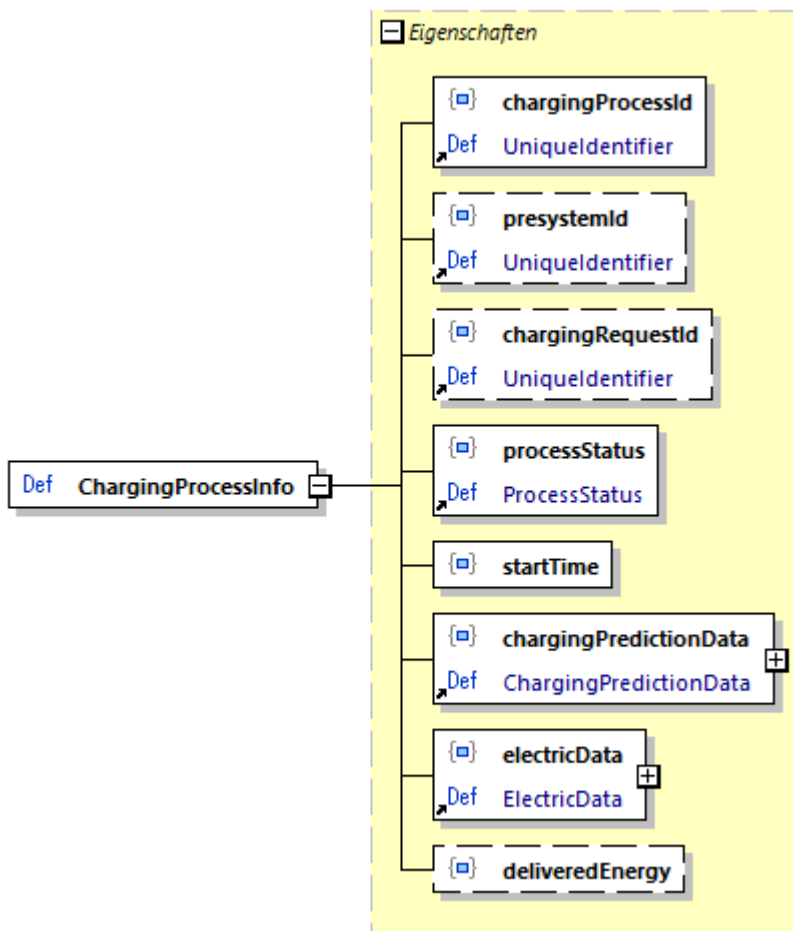


Abbildung 2-16: Typ ChargingProcessInfo

Der Typ ChargingProcessInfo hat folgende Attribute:

- chargingProcessId: Identifikator des Ladevorgangs; wird vom LMS vergeben und bleibt über dessen Lebenszyklus konstant. Die ID des Ladevorgangs ist auch beim Laden ohne Ladeanforderung immer vorhanden. Damit können unliebsame Fälle beim Verarbeiten der Daten zu ungeplanten Ladevorgängen im Vorsystem vermieden werden.
- presystemId: Optional, falls gesetzt, zeigt dieses Attribut an, welches Vorsystem den Ladevorgang mittels Ladeanforderung kontrolliert.
- chargingRequestId: Pro Vorsystem eindeutige Referenz auf die momentan gültige Ladeanforderung (vom Vorsystem vergeben). Erfolgt das Laden ohne Ladeanforderung (ungeplant), dann ist dieser Wert leer.

- processStatus: Aufzählungstyp für den Status des Ladeprozesses (vgl. 2.1.7)
- startTime: Startzeit des Ladevorgangs
- chargingPredictionData: Unterstruktur, Informationen zur Ladeprognose (vgl. 2.3.11)
- electricData: Unterstruktur, elektrische Werte zum aktuellen Ladevorgang (vgl. 2.3.14)
- deliveredEnergy: geladene Energiemenge im Ladeprozess in [Wh] (nicht abrechnungsrelevant; nur als Information z. B. für Statistik)

### 2.3.11 ChargingPredictionData

Mit diesem Typ werden Informationen zur Ladeprognose zu laufenden Ladeprozessen erfasst.

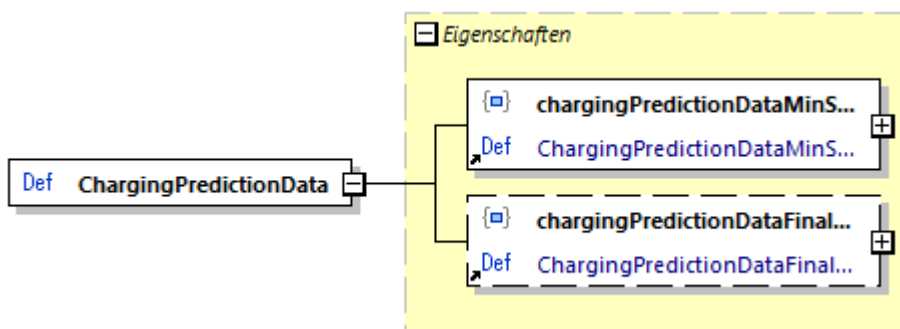


Abbildung 2-17: Typ ChargingPredictionData

Der Typ ChargingPredictionData hat folgende Attribute:

- chargingPredictionDataMinSoc: Ladeprognose zum laufenden Ladeprozess (vgl. 2.3.12)
- chargingPredictionDataFinalSoc: Ladeprognose zum vollständigen Laden (vgl. 2.3.13)

### 2.3.12 ChargingPredictionDataMinSoc

Mit diesem Typ werden Informationen zur Ladeprognose zu laufenden Ladeprozessen erfasst.

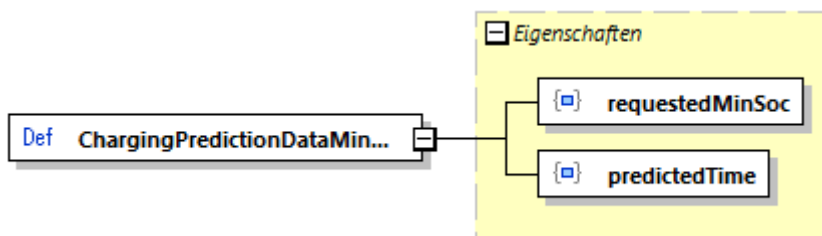


Abbildung 2-18: Typ ChargingPredictionDataMinSoc

Der Typ ChargingPredictionDataMinSoc hat folgende Attribute:

- requestedMinSoc: Vorgegebener SoC in %, der zur zeitlichen Zielvorgabe erreicht sein wird (vgl. 2.2.2)
- predictedTime: Prognose, bis wann die SoC-Zielvorgabe (Minimalwert) erfüllt sein wird

### 2.3.13 ChargingPredictionDataFinalSoc

Die Substruktur ist optional und muss nicht zwangsläufig der Min- oder Max-SoC sein, sondern auch ein Zwischen-Wert, den das LMS zu erreichen plant. Sie kann weggelassen werden, wenn identisch zu ChargingPredictionDataMinSoc.

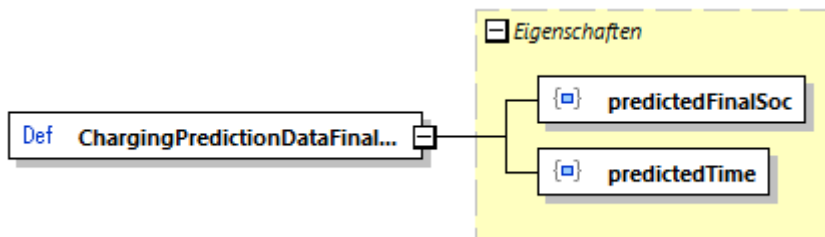


Abbildung 2-19: Typ ChargingPredictionDataFinalSoc

Der Typ ChargingPredictionDataFinalSoc hat folgende Attribute:

- predictedFinalSoc: Prognose, welcher SoC in %, der zur zeitlichen Zielvorgabe erreicht sein wird
- predictedTime: Prognose, bis wann der PredictedFinalSoc erreicht sein wird

### 2.3.14 ElectricData

Elektrische Werte zum aktuellen Ladevorgang werden mit diesem Typ übergeben.

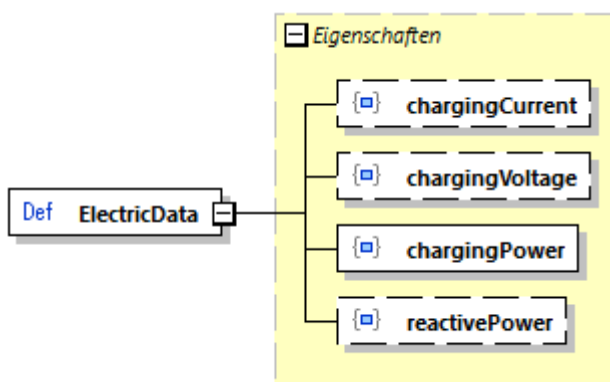


Abbildung 2-20: Typ ElectricData

Der Typ ElectricData hat folgende Attribute:

- chargingCurrent: Aktuelle Ladestrom in Ampere.
- chargingVoltage: Aktuelle Ladespannung in Volt.
- chargingPower: Aktuelle Ladeleistung in kW.
- reactivePower: Gemessene Blindleistung in kvar.

Prinzipiell sind negative Leistungs- und Stromwerte möglich und entsprechen einer Rückspeisung.

### 2.3.15 ScheduledChargingProcess

Dieser Typ erfasst geplante, noch nicht terminlich festgelegte Ladeprozesse.

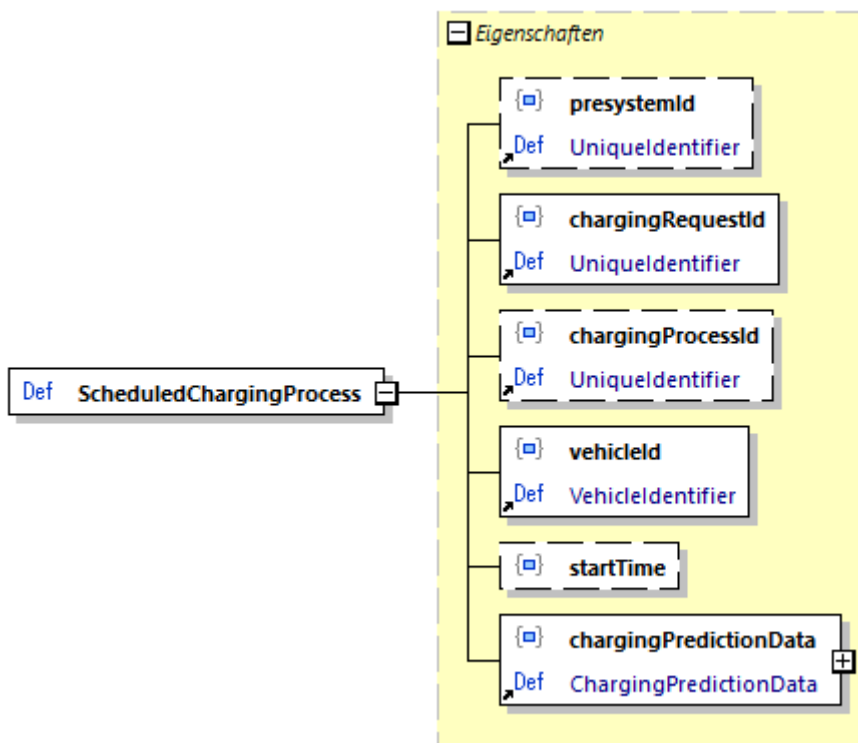


Abbildung 2-21: Typ ScheduledChargingProcess

Der Typ `ScheduledChargingProcess` hat folgende Attribute:

- `presystemId`: Vorsystem-Identifikator
- `chargingRequestId`: Pro Vorsystem eindeutige Referenz auf die momentan gültige Ladeanforderung
- `chargingProcessId`: Identifikator des Ladeprozesses
- `vehicleId`: Fahrzeug-Identifikator
- `startTime`: Lade-Startzeit; bezieht sich bei Unterbrechungen/Ladepausen auf den ersten Ladevorgang
- `chargingPredictionData`: Unterstruktur, Informationen zur Ladeprognose (vgl. 2.3.11)

### 2.3.16 ChargingStationFaultInfo

Der Typ stellt die Fehler-Information für Ladestationen dar.

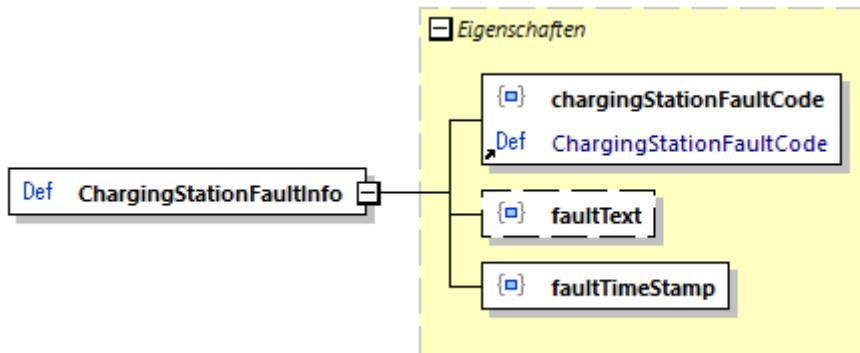


Abbildung 2-22: Typ ChargingStationFaultInfo

Der Typ ChargingStationFaultInfo hat folgende Attribute:

- chargingStationFaultCode: Code für den Fehler, vgl. 2.1.4
- faultText: Textuelle Beschreibung des Fehlers
- faultTimeStamp: Datum und Zeitpunkt der Störung (Störungszeit)



---

## 3 Technische Spezifikation

In diesem Kapitel werden die technischen Eigenschaften der Verbindung beschrieben, insbesondere die Herstellung der WebSocket-Verbindungen und die Sicherheitseigenschaften, konkret Verschlüsselung und Authentifizierung.

### 3.1 WebSocket-Verbindung

Für die Kommunikation zwischen LMS und Vorsystemen wird das WebSocket-Protokoll (IETF RFC 6455) verwendet und pro Vorsystem eine WebSocket-Verbindung zwischen Vorsystem und LMS aufgebaut. Beim Verbindungsaufbau übernimmt das LMS die Rolle des Servers und das Vorsystem die Rolle des Clients. Nachdem die Verbindung aufgebaut ist, können beide Kommunikationspartner unabhängig von ihrer Rolle beim Verbindungsaufbau bidirektional miteinander kommunizieren, indem sie Meldungen beliebiger Größe senden.

#### 3.1.1 Verbindungsherstellung durch Vorsysteme

Zum Herstellen der Verbindung öffnet das Vorsystem eine WebSocket-Verbindung zum WebSocket-Endpunkt des LMS unter einer vorher vereinbarten URL. Diese hat die folgende Struktur:

`wss://<Adresse>:<Port>/<Pfad>/`

`wss` = Protokoll "Secure WebSocket", auch "WebSocket over TLS" (siehe Abschnitt 3.2)

`<Adresse>` = via DNS auflösbarer symbolischer Name oder IP-Adresse des Endpunkts

`<Port>` = Portnummer des Endpunkts

`<Pfad>` = Der Pfad ist optional und kann 0..n Hierarchiestufen (Slashes) enthalten

#### 3.1.2 WebSocket-Subprotokoll

Beim Verbindungsaufbau kann der Client dem Server die akzeptierbaren Subprotokolle benennen. Bei seiner Antwort legt der Server fest, welches Subprotokoll verwendet wird.

Dieser Mechanismus wird dazu verwendet, künftige Versionierungen aufgrund inkompatibler Erweiterungen zu signalisieren. Bei der Protokoll-Aushandlung muss das Vorsystem zwingend alle Protokoll-Versionen auflisten, die es unterstützt, und das LMS muss deren höchste auswählen, die es unterstützt.

In dieser Version der Spezifikation wird lediglich ein Protokoll unterstützt, das folgenden Wert hat:

Sec-WebSocket-Protocol: v1.463.vdv.de

### 3.1.3 Antwort des LMS

Bei einem erfolgreichen Verbindungsaufbau schließt das LMS den WebSocket-Handshake mit einem Upgrade auf das WebSocket-Protokoll ab. Die WebSocket-Verbindung ist jetzt bereit für den bidirektionalen Austausch von Meldungen.

Fehlerfälle:

- Wenn das LMS keines der vom Vorsystem angebotenen Subprotokolle unterstützt, schließt es das Handshake-Protokoll ohne Senden eines Protokoll-Headers ab und beendet dann die Verbindung.

### 3.1.4 Beispiel des WebSocket-Handshakes:

#### Anfrage eines Vorsystems

```
GET /vdv463/BMS400 HTTP/1.1
Host: lms.example.com
Upgrade: websocket
Connection: Upgrade
Sec-WebSocket-Key: dGhlIHhnbXBsZSBub25jZQ==
Origin: http://example.com
Sec-WebSocket-Protocol: v1.463.vdv.de, v2.463.vdv.de
Sec-WebSocket-Version: 13
```

#### Antwort des LMS

```
HTTP/1.1 101 Switching Protocols
Upgrade: websocket
Connection: Upgrade
Sec-WebSocket-Accept: s3pPLMBiTxaQ9kYGzzhZRbK+xOo=
Sec-WebSocket-Protocol: v1.463.vdv.de
```

## 3.2 Sicherheit

Die WebSocket-Kommunikation soll TLS-verschlüsselt erfolgen. Zum Zweck der Identitätsfeststellung und TLS-Verschlüsselung soll das LMS seine Identität mit einem Zertifikat nachweisen. Die Authentifizierung der Vorsysteme findet über „http basic access authentication“ statt.

### 3.2.1 Authentifizierung

Die Vorsysteme müssen sich über „http basic access authentication authentifizieren“. Die zu verwendenden Zugangsdaten müssen in den Vorsystemen bzw. im LMS hinterlegt werden. Das LMS muss dazu in der Lage sein, die übermittelten Zugangsdaten mit den vorher hinterlegten Zugangsdaten abzugleichen.

### 3.2.2 Zertifikate

Um ein Abhören oder eine Manipulation der ausgetauschten Daten zu verhindern, muss die Kommunikation zwischen LMS und den Vorsystemen verschlüsselt ablaufen. Zu diesem Zweck und zum Zweck der Authentifizierung des LMS werden Zertifikate verwendet.

Grundsätzlich bestehen bei der Verwendung von Zertifikaten zwei Optionen für das LMS-Zertifikat:

- Ein Zertifikat, das über vertrauenswürdige Zertifizierungsstellen zu einer Stammzertifizierungsstelle zurückverfolgt werden kann.
- Ein selbst-signiertes Zertifikat, das im Rahmen der Einrichtung der Systeme den Vorsystemen als vertrauenswürdiges Zertifikat bekanntgemacht (hinterlegt) wird.

Dem Betreiber steht die Wahl zwischen beiden Optionen frei. Sowohl Vorsysteme als auch LMS müssen beide möglichen Fälle unterstützen.

Das LMS-Zertifikat muss folgende Eigenschaften erfüllen:

- Art: X.509 (IETF RFC 5280)
- Verschlüsselung: TLS\_ECDHE\_ECDSA\_WITH\_AES\_128\_CBC\_SHA256 (IETF RFC 5289)
- Typ: Endinstant
- Key Usage: Digital Signature, Non Repudiation, Key Encipherment, Key Agreement
- Extended Key Usage: TLS Web Server Authentication, TLS Web Client Authentication
- TLS-Version: 1.2 (IETF RFC 5246)

Die Zertifikatsvalidierung durch die Vorsysteme muss in Übereinstimmung mit IETF RFC 5280 erfolgen.

Die Gültigkeitsdauer des Zertifikats richtet sich nach den Sicherheitsanforderungen des Betreibers.

## 4 Nachrichten und fachliche Spezifikation

In diesem Kapitel werden die zwischen LMS und Vorsystemen ausgetauschten WebSocket-Nachrichten vorgestellt.

### 4.1 Grundlegende Struktur von Nachrichten

Zwischen LMS und Vorsystemen ausgetauschte WebSocket-Nachrichten haben die folgende Struktur:

Name	Datentyp	Beschreibung
<b>MessageType</b>	Int	1 = Request (req), 2 = Confirmation (conf), 3 = Error (err)
<b>Source</b>	String	Angabe zur Quelle der Daten.
<b>PresystemId</b>	String	Eine zwischen allen mit dem LMS kommunizierenden Vorsystemen eindeutige ID. Nachrichten des LMS an ein Vorsystem und Nachrichten der Voreysteme an das LMS enthalten hier die ID des jeweiligen Voreystems.
<b>TimeStamp</b>	String/Datetime	Die aktuelle Zeit.
<b>MessageId</b>	String	Eindeutige ID der Nachricht. Wird verwendet, um Request und Confirmation zuzuordnen.
<b>MessageAction</b>	String	Name der Nachricht
<b>Payload</b>	JsonObject	Inhalt der Nachricht in Abhängigkeit der Nachrichtenart.

Nachrichten haben einen von zwei Typen (MessageType):

1. Request (req): Eine vom jeweiligen Sender initiierte Nachricht. Derartige Nachrichten werden im Folgenden als <MessageAction>.req bezeichnet, beispielsweise ProvideChargingInformation.req.
2. Confirmation (conf): Die Bestätigung des Empfangs einer Request-Nachricht durch das Empfängersystem. Derartige Nachrichten werden im Folgenden als <MessageAction>.conf bezeichnet, beispielsweise ProvideChargingInformation.conf.
3. Error (err): Falls ein Empfänger einer Nachricht diese Nachricht aufgrund einer unbekannten MessageAction oder aufgrund syntaktisch falscher Daten nicht verarbeiten kann, soll der Empfänger die Nachricht nicht verarbeiten und sie stattdessen mit einer solchen Fehlernachricht beantworten. Dies beinhaltet keine Prüfung auf inhaltliche oder semantische Fehler der Daten. Die Fehlernachricht soll als Payload einen String enthalten, der Hinweise auf den vorliegenden Fehler geben kann. Im Sinne der technischen Bestätigung von Nachrichten gilt die ursprüngliche Nachricht durch das Senden einer solchen Fehlernachricht als bestätigt.

Jede Request-Nachricht muss durch das Empfängersystem mit dem jeweiligen Confirmation-Gegenstück bestätigt werden. Die Zuordnung erfolgt durch Vergleich des Feldes MessageId. Solange eine einmal gesendete Request-Nachricht nicht durch das Empfängersystem bestätigt wurde und nicht die festgelegte Wartezeit überschritten hat, darf keine weitere Request-Nachricht

durch den Sender an dieses Empfängersystem gesendet werden. Eine Bestätigung kann erfolgen, wenn das Empfängersystem die Nachricht anhand ihrer MessageAction, MessageType und syntaktischer Korrektheit der Daten grundsätzlich verarbeiten kann, andernfalls soll eine Error-Nachricht übermittelt werden. Eine Bestätigung hat nicht den Anspruch, dass die Nachricht bereits verarbeitet wurde.

Die einzuhaltende Wartezeit nach Versenden einer Nachricht soll in den Vorsystemen und im LMS konfigurierbar sein. Nach Ablauf der Wartezeit soll der Sender erneut versuchen, die Nachricht zu senden. Die Anzahl der erneuten Versuche bis zur vorläufigen Einstellung der Kommunikation soll pro System konfigurierbar sein.

Zum Aufrechterhalten der Verbindung soll der ping/pong-Mechanismus des WebSocket-Protokolls verwendet werden. Konkret sollen Vorsysteme in festgelegten Zeitintervallen eine entsprechende Nachricht anstoßen, die dann vom LMS zu beantworten ist. Dieses Zeitintervall soll in den Vorsystemen und im LMS konfigurierbar sein. Sendet ein Vorsystem nicht innerhalb der vorgegebenen Zeit ein solches Signal, darf das LMS davon ausgehen, dass das Vorsystem nicht erreichbar ist. Für das LMS ist das Initiieren eines ping/pong-Austauschs optional.

Die MessageAction ist der Name der jeweiligen Nachrichtenart. Es existieren folgende Nachrichten, aufgeteilt nach Initiator, der die Request-Nachricht sendet (die vom Empfänger mit einer Confirmation-Nachricht beantwortet werden muss):

- Vorsystem als Initiator: BootNotification.req, ProvideChargingRequests.req
- LMS als Initiator: ProvideChargingInformation.req

#### 4.1.1 BootNotification

Vorsysteme registrieren sich beim LMS durch Senden einer BootNotification.req. Eine solche Nachricht muss in folgenden Situationen gesendet werden:

- Bei der Erstverbindung zu einem LMS.
- Nach Schließen und Wiederverbindung der WebSocket-Verbindung (z.B. durch einen Neustart eines der Kommunikationspartner).
- Nach Änderung der PresystemID (und dementsprechender Wiederverbindung).

Das LMS muss die BootNotification.req mit einer BootNotification.conf bestätigen und in der Antwort festlegen, ob es die Kommunikation mit dem Vorsystem akzeptiert oder ablehnt.

#### 4.1.2 ProvideChargingRequests

Ein Vorsystem kann zur Übermittlung von neuen, geänderten, gelöschten oder abgebrochenen Ladeanforderungen eine ProvideChargingRequests.req-Nachricht an das LMS senden. Eine solche Nachricht enthält dabei immer alle gültigen Aufträge. Fehlende Ladeaufträge sollen gelöscht werden, sofern noch nicht begonnen; bereits begonnene Ladeaufträge sollen abgebrochen werden, falls explizit die Instruktion „Terminate“ gesetzt ist.

Nach Aufbau der Verbindung senden die Vorsysteme erst dann die erste ProvideChargingRequests.req-Nachricht, nachdem sie eine ProvideChargingInformation.req-Nachricht des LMS erhalten haben. Dies stellt sicher, dass die Ladeanforderungen der Vorsysteme auf Basis der aktuellen Situation erstellt wurden.

#### 4.1.3 ProvideChargingInformation

Das LMS sendet Informationen über Ladestationen durch ProvideChargingInformation.req-Nachrichten in einem festgelegten Intervall. Dieses Intervall kann im LMS pro Vorsystem konfiguriert werden.

Das jeweilige Vorsystem muss jede ProvideChargingInformation.req-Nachricht durch eine ProvideChargingInformation.conf-Nachricht bestätigen.

## 4.2 Nachrichten der Vorsysteme

#### 4.2.1 BootNotification.req

Name	Datentyp	Kard.	Beschreibung
systemType	Enum {BMS, ITCS}	1..1	

#### 4.2.2 ProvideChargingRequests.req

Die hier enthaltenen Felder sind in Abschnitt 2.2 bzw. den jeweiligen Unterstrukturen in Kapitel 2 beschrieben.

#### 4.2.3 ProvideChargingInformation.conf

Kein Inhalt. Das Feld Payload der Nachricht ist leer.

## 4.3 Nachrichten des LMS

#### 4.3.1 BootNotification.conf

Name	Datentyp	Beschreibung
status	Enum {Accepted, Rejected}	Beschreibt, ob das LMS die Kommunikation mit dem Vorsystem akzeptiert oder ablehnt.

#### 4.3.2 ProvideChargingRequests.conf

Kein Inhalt. Das Feld Payload der Nachricht ist leer.

#### 4.3.3 ProvideChargingInformation.req

Die hier enthaltenen Felder sind in Abschnitt 2.3 bzw. den jeweiligen Unterstrukturen in Kapitel 2 beschrieben.

### 4.4 Offline-Verhalten und Verhalten bei Wiederverbindung

Vorsysteme, die die Verbindung zum LMS verlieren (beispielsweise durch eine Unterbrechung der Netzwerkverbindung oder den Ausfall des LMS), versuchen in einem konfigurierbaren Intervall, die WebSocket-Verbindung zum LMS erneut zu öffnen.

Bei Wiederherstellung der Verbindung registrieren sich die Vorsysteme erneut mit einer BootNotification beim LMS (vgl. 4.1.1).

Nach Wiederaufbau der Verbindung senden die Vorsysteme erst dann die erste ProvideChargingRequests.req-Nachricht, nachdem sie eine ProvideChargingInformation.req-Nachricht des LMS erhalten haben. Dies stellt insbesondere bei längeren Ausfällen der Verbindung sicher, dass die Ladeanforderungen der Vorsysteme auf Basis der aktuellen Situation erstellt wurden.

Nachrichten müssen nicht über die gescheiterten Sendeveruche (vgl. 4.1) hinaus in den Systemen vorgehalten werden. Es erfolgt keine Übermittlung historischer Daten (ProvideChargingInformation.req durch das LMS oder ProvideChargingRequests.req durch die Vorsysteme), die während des Ausfalls der Verbindung angefallen sind.

---


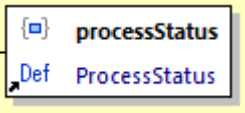
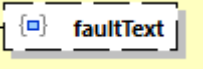
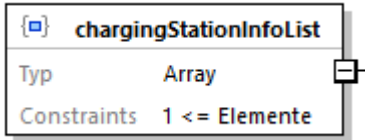
## 5 Glossar

### 5.1 Begriffe

Begriff	Erläuterung
Betriebshofmanagementsystem	Anwendung zur Automatisierung der Betriebsabläufe im Betriebshof und zur Optimierung des Fahrzeugeinsatzes
ITCS	Anwendung zur Überwachung des intermodalen Verkehrs
Lademanagementsystem	System zur Ermittlung einer Ladestrategie für Fahrzeuge im Betriebshof unter Berücksichtigung der verfügbaren Anschlussleistung sowie der betrieblichen und energiewirtschaftlichen Anforderungen
Lastmanagementsystem	System zur Regelung für Ladestationen von Elektroautos für die Fälle, in denen ein lokales Stromnetz nicht ausreichend Ladeleistung für die angeschlossenen Ladestationen zur Verfügung stellen kann.
Charging Station / Ladestation	Physikalisches System mit einer Zuleitung aus dem lokalen Netz des Betriebshofes, der Wendestelle oder der Haltestelle, an dem E-Fahrzeuge geladen werden können. Eine Charging Station hat eine oder mehrere Ladepunkte (Charging Point).
Charging Point / Ladepunkt	Ein unabhängig betriebener und verwalteter Teil der Ladestation, der Energie an jeweils ein E-Fahrzeug liefert.
Traktionsbatterie	Energiespeicher zum Antrieb von Elektrofahrzeugen
Vorkonditionierung	Die Vortemperierung des Fahrgastinnenraums des Fahrzeuges auf eine definierte Temperatur bis zum Abfahrtszeitpunkt vom Betriebshof sowie Vorkonditionierung der Traktionsbatterie, Aufbau von Druckluft und Versorgung der 24V-Batterien.
Vorsystem	Verkehrssystem, das unter Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien den Verkehr organisiert und lenkt. Hier ITCS oder BMS.



## 5.2 Notation der grafischen Abbildungen (Basis: Altova-XMLSpy)

Aussehen	Bedeutung
	Die Darstellung wird für eigene komplexe Datentypen verwendet.  Wenn bestimmte Strukturen in der Schnittstelle mehrfach verwendet werden, bzw. sie logisch zusammengehören, dann werden diese Strukturen als eigenen komplexen Datentypen abgebildet.
	Die Darstellung wird für ein Element verwendet. Es muss gesetzt werden, ist also nicht optional.
	Die Darstellung wird für ein Element verwendet. Es kann gesetzt werden, ist also optional.
	Die Darstellung wird für Listen verwendet. Unter „Contstrains“ wird die minimale Anzahl der Listenelemente (0 oder 1) angegeben.

## 6 Anhang

### 6.1 Benutzung der Schnittstelle

Die an der Schnittstellenkommunikation beteiligten Systeme erfassen neben Auftragsdaten (zu ladende Fahrzeuge) auch Ist-Daten (z.B. Temperaturen, Ladezustände, angeschlossene Ladepunkte). Die Daten werden kontinuierlich zwischen den Systemen bidirektional ausgetauscht.

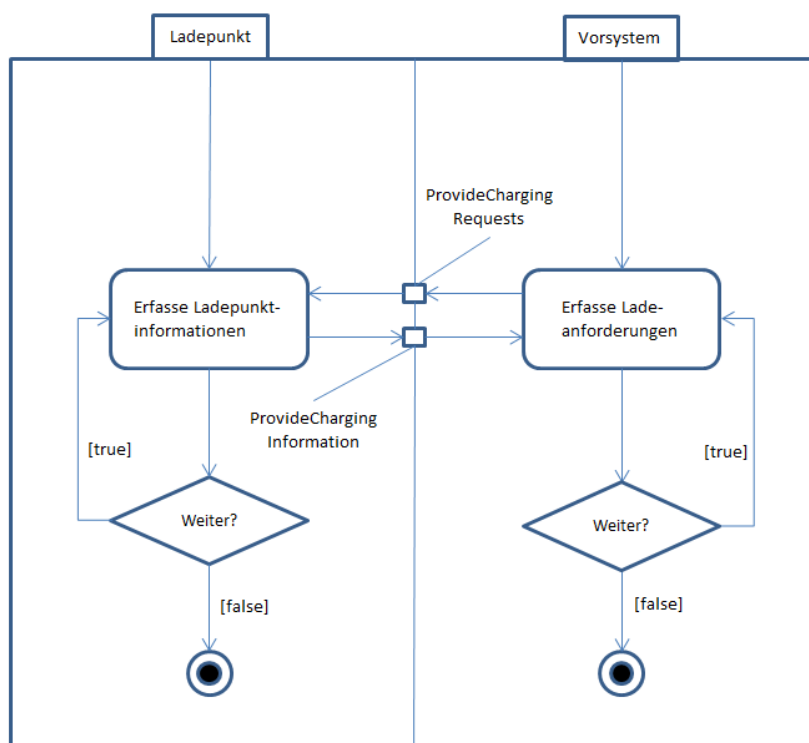


Abbildung 6-1: Aktivitätsdiagramm für den Prozessablauf an der Schnittstelle LMS – Vorsystem

ProvideChargingRequests: Liste der Ladeanforderungen (vgl. Kapitel 2.2)

ProvideChargingInformation: Liste der Ladestationen (vgl. Kapitel 2.3)

### 6.2 Kommunikations-Sequenzen

Die folgenden Kapitel stellen den Ablauf eines Ladevorgangs dar. Die Diagramme zeigen die Kommunikation zwischen der Ladestation und dem LMS, dem Fahrzeug und LMS sowie dem LMS und BMS. Der Inhalt der VDV463 Nachrichten ist den jeweiligen Diagrammen angehängt. Unterschiede zu den vorherigen Nachrichten sind **hervorgehoben**.

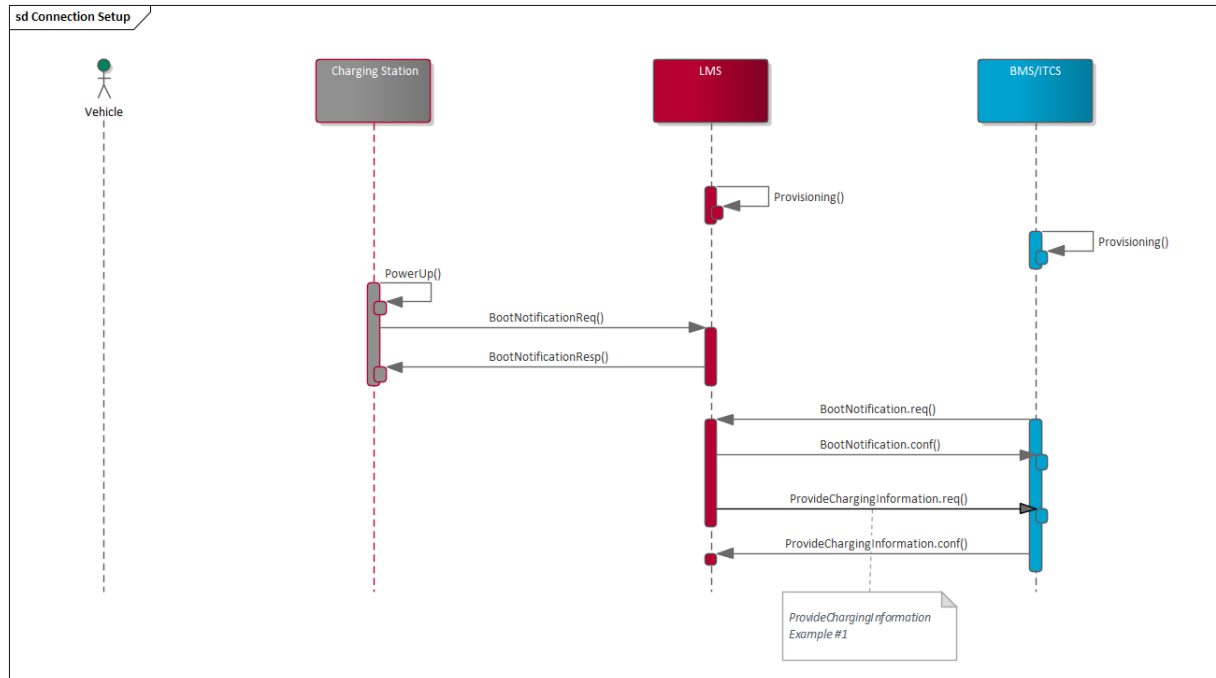
In den folgenden Beispielen wird ein Fahrzeug mit folgenden Eigenschaften geladen:

- ▷ Maximale Ladeleistung des Fahrzeugs: 150 kW
- ▷ Batterie-Kapazität: 330 kWh

► Fahrzeug ID:

VIN12345678901234

### 6.2.1 Provisionierung und Verbindungsaufbau



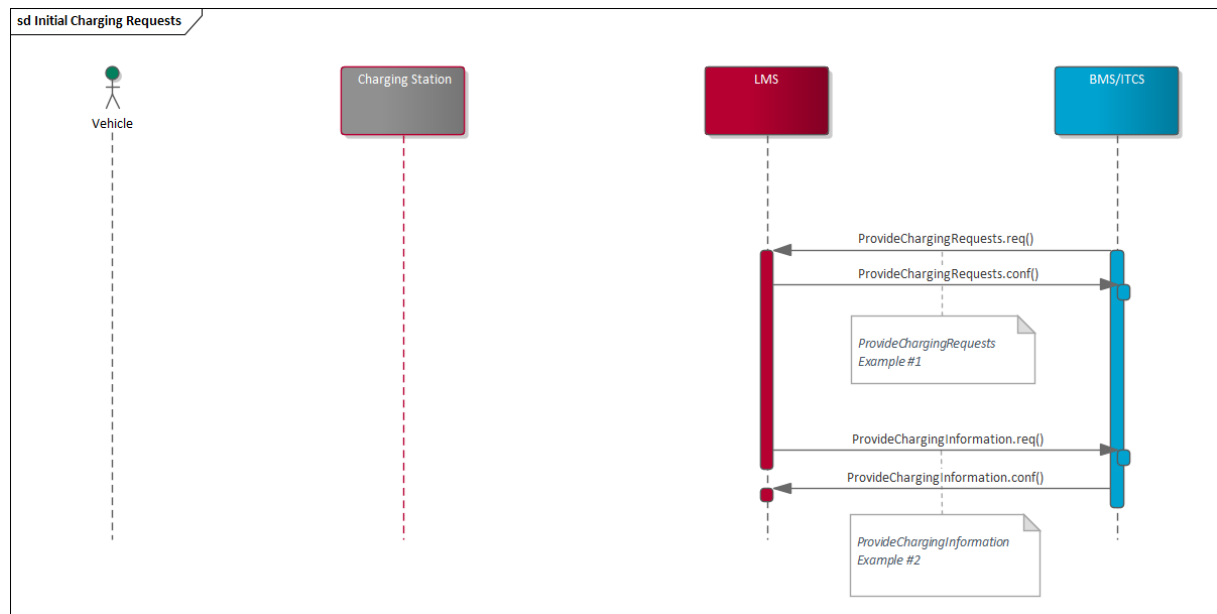
Folgende Informationen müssen festgelegt und zwischen LMS und BMS synchronisiert werden. Die Synchronisierung ist nicht Umfang des VDV463 Protokolls.

- Charging Station ID
- Charging Point ID
- Vehicle VIN
- Vehicle EVCC ID
- Vehicle Battery Capacity
- Presystem-ID

```
[1,"LMS","uri://Customer1/Presystem1","2020-07-17T08:30:00Z","728ba441-4fd6-4b8b-9680-
ea4018c2cd2e", "ProvideChargingInformation",{
  "depotInfoList": [
    {
      "depotId": "uri://Customer1/Depot1",
      "name": "depot1",
      "chargingStationInfoList": [
        {
          "chargingStationId": "uri://Customer1/Depot1/CS1",
          "chargingStationStatus": "Available",
          "chargingPointInfoList": [
            {
              "chargingPointId": "uri://Customer1/Depot1/CS1/CP1",
              "chargingPointStatus": "Available",
              "presentPower": 0,
              "energyMeterReading": 888000
            },
            {
              "chargingPointId": "uri://Customer1/Depot1/CS1/CP2",
              "chargingPointStatus": "Available",
              "presentPower": 0,
              "energyMeterReading": 999000
            }
          ]
        }
      ]
    }
  ]
}]
```

```
[2,"BMS","uri://Customer1/Presystem1","2020-07-17T08:30:01Z","51a3e975-c0f0-417c-8625-
f4f3220376ce", "ProvideChargingInformation",{}]
```

## 6.2.2 Initiale Ladeanforderung (Charging Request)



```
[1,"BMS","uri://Customer1/Presystem1","2020-07-17T08:38:00Z","baf4ad01-d220-4430-a3eb-b31e4999720e","ProvideChargingRequests",
```

```
{
  "chargingRequestList": [
    {
      "chargingPointId": "uri://Customer1/Depot1/CS1/CP1",
      "vehicleId": "VIN12345678901234",
      "chargingRequestId": "uri://Customer1/Presystem1/Depot1/CR1",
      "priority": 1,
      "chargingInstruction": "Normal",
      "chargingRequestData": {
        "expectedArrivalTimeAtChargingPoint": "2020-07-17T09:30:00Z",
        "expectedSocAtArrival": 22,
        "minTargetSoc": 85,
        "maxTargetSoc": 90,
        "requestedTimeForDeparture": "2020-07-17T11:00:00Z"
      }
    }
  ]
}
```

```
[2,"LMS","uri://Customer1/Presystem1","2020-07-17T08:38:01Z","baf4ad01-d220-4430-a3eb-b31e4999720e","ProvideChargingRequests",{}
```

```
[1,"LMS","uri://Customer1/Presystem1","2020-07-17T08:39:00Z","4942c6b7-d0d4-49e1-9e5d-flb7567e20ab","ProvideChargingInformation",{
  "depotInfoList": [
    {
```

```

"depotId": "uri://Customer1/Depot1",
"name": "depot1",
"chargingStationInfoList": [
  {
    "chargingStationId": "uri://Customer1/Depot1/CS1",
    "chargingStationStatus": "Available",
    "chargingPointInfoList": [
      {
        "chargingPointId": "uri://Customer1/Depot1/CS1/CP1",
        "chargingPointStatus": "Available",
        "presentPower": 0,
        "energyMeterReading": 888000,
        "scheduledChargingProcessList": [
          {
            "presystemId": "uri://Customer1/Presystem1",
            "chargingRequestId": "uri://Customer1/Presystem1/Depot1/CR1",
            "chargingProcessId": "uri://Customer1/CPR1",
            "vehicleId": "VIN12345678901234",
            "startTime": "2020-07-17T09:30:00Z",
            "chargingPredictionData": {
              "chargingPredictionDataMinSoc": {
                "requestedMinSoc": 85,
                "predictedTime": "2020-07-17T10:53:00Z"
              },
              "chargingPredictionDataFinalSoc": {
                "predictedFinalSoc": 90,
                "predictedTime": "2020-07-17T11:00:00Z"
              }
            }
          }
        ]
      },
      {
        "chargingPointId": "uri://Customer1/Depot1/CS1/CP2",
        "chargingPointStatus": "Available",
        "presentPower": 0,
        "energyMeterReading": 999000
      }
    ]
  }
]
}
]
}
}
]]

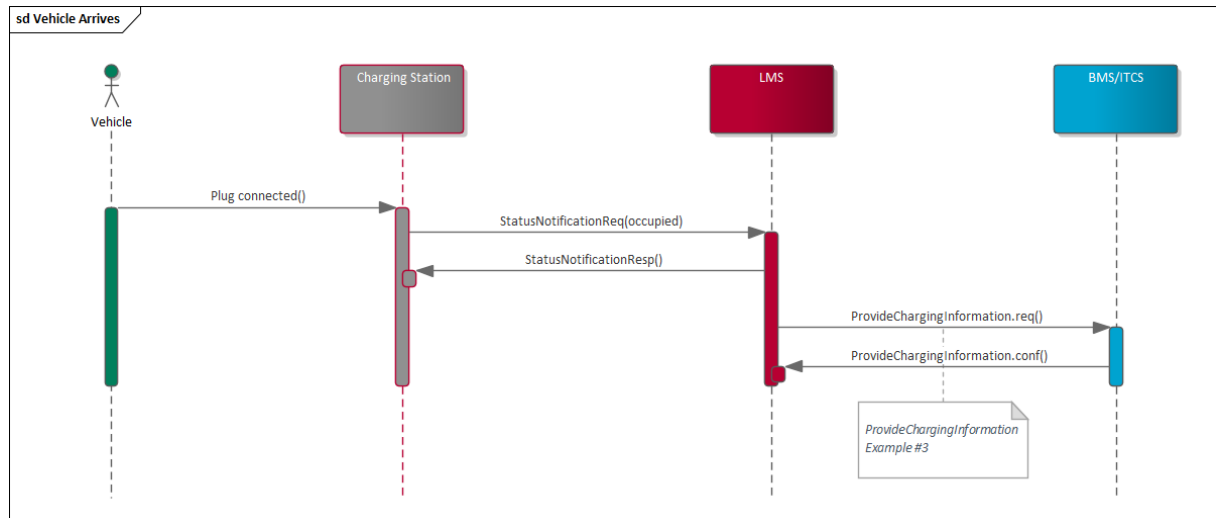
```

```

[2, "BMS", "uri://Customer1/Presystem1", "2020-07-17T08:39:01Z", "4942c6b7-d0d4-49e1-9e5d-
f1b7567e20ab", "ProvideChargingInformation", {}]

```

## 6.2.3 Ankunft eines Fahrzeugs



```

[1,"LMS","uri://Customer1/Presystem1","2020-07-17T09:29:47Z","88081f2b-be27-4a0e-9bab-8009e7ab0cf1","ProvideChargingInformation",{
  "depotInfoList": [
    {
      "depotId": "uri://Customer1/Depot1",
      "name": "depot1",
      "chargingStationInfoList": [
        {
          "chargingStationId": "uri://Customer1/Depot1/CS1",
          "chargingStationStatus": "Available",
          "chargingPointInfoList": [
            {
              "chargingPointId": "uri://Customer1/Depot1/CS1/CP1",
              "chargingPointStatus": "Occupied",
              "presentPower": 0,
              "energyMeterReading": 888000,
              "chargingProcessInfo": {
                "presystemId": "uri://Customer1/Presystem1",
                "chargingRequestId": "uri://Customer1/Presystem1/Depot1/CR1",
                "chargingProcessId": "uri://Customer1/CPR1",
                "processStatus": "Preparing",
                "startTime": "2020-07-17T09:29:47Z",
                "chargingPredictionData": {
                  "chargingPredictionDataMinSoc": {
                    "requestedMinSoc": 85,
                    "predictedTime": "2020-07-17T10:53:00Z"
                  },
                  "chargingPredictionDataFinalSoc": {
                    "predictedFinalSoc": 90,
                    "predictedTime": "2020-07-17T11:00:00Z"
                  }
                },
                "electricData": {
                  "chargingPower": 0
                }
              }
            }
          ]
        }
      ]
    }
  ],
}

```

```
    {
      "chargingPointId": "uri://Customer1/Depot1/CS1/CP2",
      "chargingPointStatus": "Available",
      "presentPower": 0,
      "energyMeterReading": 999000
    }
  ]
}
]
}
]
}}

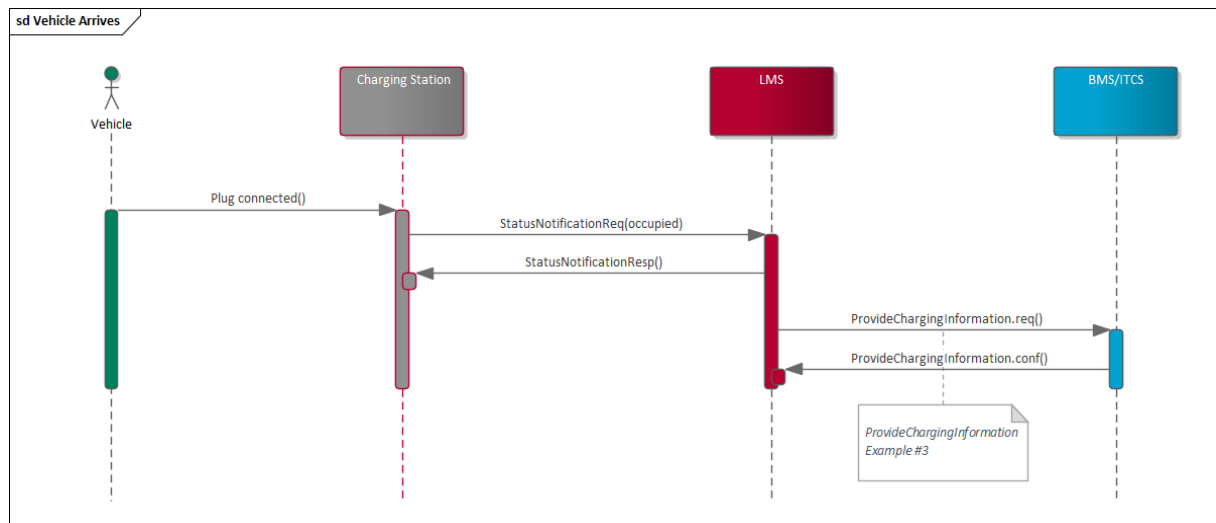
```

```
[2,"BMS","uri://Customer1/Presystem1","2020-07-17T09:29:48Z","88081f2b-be27-4a0e-9bab-8009e7ab0cf1","ProvideChargingInformation",{}]

```



## 6.2.4 Beginn des Ladevorgangs



```
[1,"LMS","uri://Customer1/Presystem1","2020-07-17T09:31:47Z","51e9599a-7e8f-4d8d-8880-
d8eff52e349a", "ProvideChargingInformation",{
  "depotInfoList": [
    {
      "depotId": "uri://Customer1/Depot1",
      "name": "depot1",
      "chargingStationInfoList": [
        {
          "chargingStationId": "uri://Customer1/Depot1/CS1",
          "chargingStationStatus": "Available",
          "chargingPointInfoList": [
            {
              "chargingPointId": "uri://Customer1/Depot1/CS1/CP1",
              "chargingPointStatus": "Occupied",
              "presentPower": 0,
              "energyMeterReading": 888000,
              "vehicleInfo": {
                "vehicleId": "VIN12345678901234",
                "vehicleStatusInfo": {},
                "vehicleChargingStatus": "ReadyToCharge",
                "preconditioningInfo": {}
              },
              "chargingProcessInfo": {
                "presystemId": "uri://Customer1/Presystem1",
                "chargingRequestId": "uri://Customer1/Presystem1/Depot1/CR1",
                "chargingProcessId": "uri://Customer1/CPR1",
                "processStatus": "Preparing",
                "startTime": "2020-07-17T09:29:47Z",
                "chargingPredictionData": {
                  "chargingPredictionDataMinSoc": {
                    "requestedMinSoc": 85,
                    "predictedTime": "2020-07-17T10:53:00Z"
                  },
                  "chargingPredictionDataFinalSoc": {
                    "predictedFinalSoc": 90,
```



Anmerkung:

Die Value-Added-Service Kommunikation VDV261 ist asynchron zu OCPP.

Während dieser Phase werden viele ProvideChargingInformation Nachrichten versendet. Die folgende Beispiel-Nachricht wird ca. nach einer Stunde versendet.

```
[1,"LMS","uri://Customer1/Presystem1","2020-07-17T10:31:47Z","1fb0360c-5608-4a91-9965-cfcba09b163e","ProvideChargingInformation",{
  "depotInfoList": [
    {
      "depotId": "uri://Customer1/Depot1",
      "name": "depot1",
      "chargingStationInfoList": [
        {
          "chargingStationId": "uri://Customer1/Depot1/CS1",
          "chargingStationStatus": "Available",
          "chargingPointInfoList": [
            {
              "chargingPointId": "uri://Customer1/Depot1/CS1/CP1",
              "chargingPointStatus": "Occupied",
              "presentPower": 150,
              "energyMeterReading": 1038000,
              "vehicleInfo": {
                "vehicleId": "VIN12345678901234",
                "mileage": 24897,
                "tractionBatteryInfo": {
                  "stateOfCharge": 67
                },
                "vehicleStatusInfo": {},
                "vehicleChargingStatus": "Charging",
                "preconditioningInfo": {
                  "hvBatteryPreconditioningTime": 25,
                  "hvBatteryChargingEnergy": 12,
                  "vehiclePreconditioningTime": 20,
                  "vehiclePreconditioningEnergy": 5
                }
              },
              "chargingProcessInfo": {
                "presystemId": "uri://Customer1/Presystem1",
                "chargingRequestId": "uri://Customer1/Presystem1/Depot1/CR1",
                "chargingProcessId": "uri://Customer1/CPR1",
                "processStatus": "Charging",
                "startTime": "2020-07-17T09:29:47Z",
                "chargingPredictionData": {
                  "chargingPredictionDataMinSoc": {
                    "requestedMinSoc": 85,
                    "predictedTime": "2020-07-17T10:53:00Z"
                  },
                  "chargingPredictionDataFinalSoc": {
                    "predictedFinalSoc": 90,
                    "predictedTime": "2020-07-17T11:00:00Z"
                  }
                }
              },
              "electricData": {
                "chargingCurrent": 200,
                "chargingVoltage": 750,
```

```

        "chargingPower": 150
    }
}
},
{
    "chargingPointId": "uri://Customer1/Depot1/CS1/CP2",
    "chargingPointStatus": "Available",
    "presentPower": 0,
    "energyMeterReading": 999000
}
]
}
]
}
]
}
]]

```

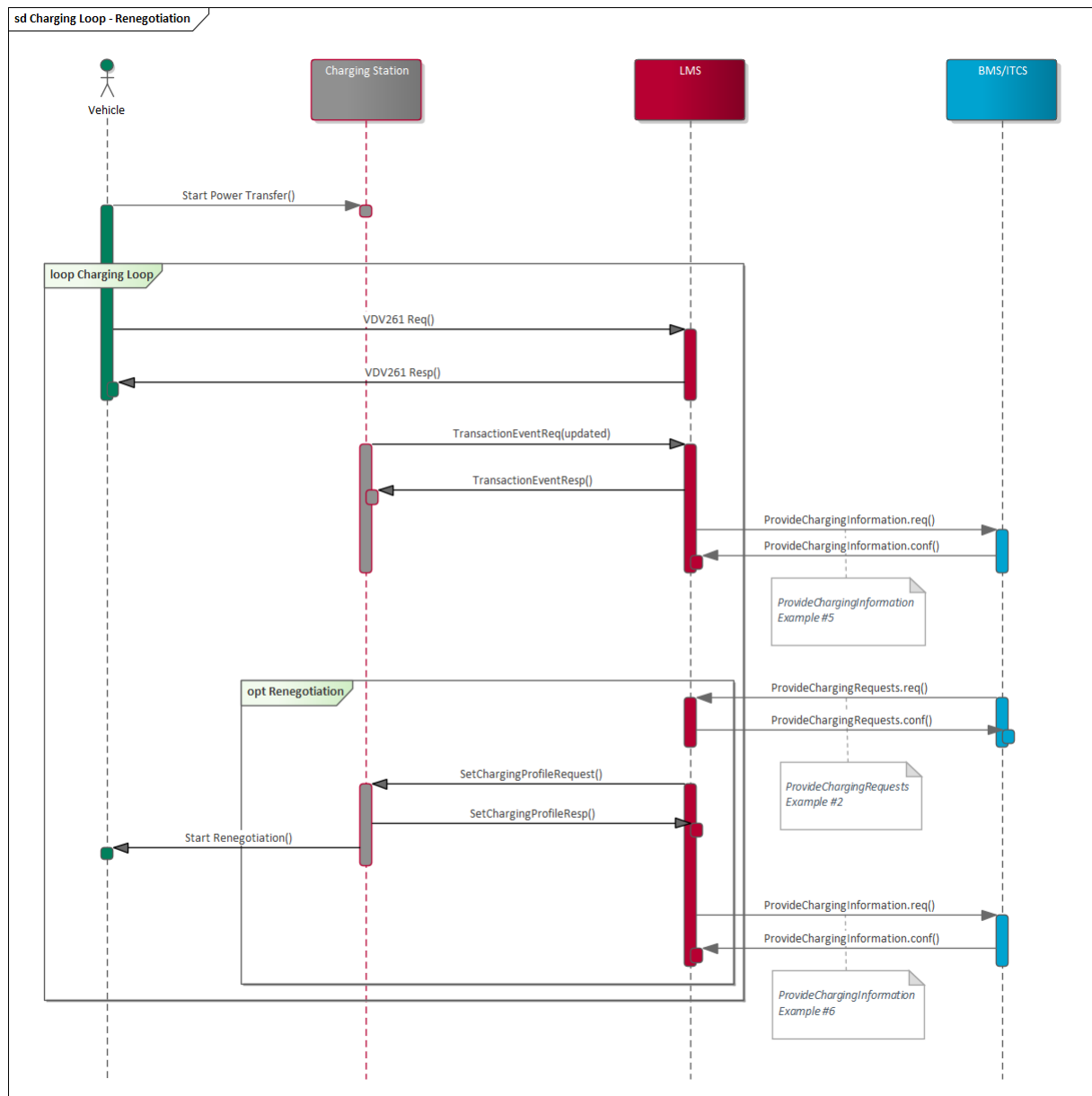
```

[2,"BMS","uri://Customer1/Presystem1","2020-07-17T10:31:48Z","1fb0360c-5608-4a91-9965-cfcba09b163e","ProvideChargingInformation",{}]

```

## 6.2.6 Aktualisierung der Ladeanforderung

Abfahrtszeit um 30min verschoben.



```
[1,"BMS","uri://Customer1/Presystem1","2020-07-17T10:32:47Z","7beebb5d-3941-4d63-a65b-3e24dca01b0f",
  "ProvideChargingRequests",
  {
    "chargingRequestList": [
      {
        "chargingPointId": "uri://Customer1/Depot1/CS1/CP1",
        "vehicleId": "VIN12345678901234",
        "chargingRequestId": "uri://Customer1/Presystem1/Depot1/CR1",
        "chargingProcessId": " uri://Customer1/CPR1",
        "priority": 1,
        "chargingInstruction": "Changed",
        "chargingRequestData": {
          "expectedArrivalTimeAtChargingPoint": "2020-07-17T09:30:00Z",
          "expectedSocAtArrival": 22,
          "minTargetSoc": 85,
          "maxTargetSoc": 90,
          "requestedTimeForDeparture": "2020-07-17T11:30:00Z"
        }
      }
    ]
  }
]
```

```
[2,"LMS","uri://Customer1/Presystem1","2020-07-17T10:32:48Z","7beebb5d-3941-4d63-a65b-3e24dca01b0f","ProvideChargingRequests",{}]
```

```
[1,"LMS","uri://Customer1/Presystem1","2020-07-17T10:33:47Z","1fb0360c-5608-4a91-9965-
cfcba09b163e", "ProvideChargingInformation",{
  "depotInfoList": [
    {
      "depotId": "uri://Customer1/Depot1",
      "name": "depot1",
      "chargingStationInfoList": [
        {
          "chargingStationId": "uri://Customer1/Depot1/CS1",
          "chargingStationStatus": "Available",
          "chargingPointInfoList": [
            {
              "chargingPointId": "uri://Customer1/Depot1/CS1/CP1",
              "chargingPointStatus": "Occupied",
              "presentPower": 50,
              "energyMeterReading": 1075500,
              "vehicleInfo": {
                "vehicleId": "VIN12345678901234",
                "mileage": 24897,
                "tractionBatteryInfo": {
                  "stateOfCharge": 78
                },
                "vehicleStatusInfo": {},
                "vehicleChargingStatus": "Charging",
                "preconditioningInfo": {
                  "hvBatteryPreconditioningTime": 25,
                  "hvBatteryChargingEnergy": 12,
                  "vehiclePreconditioningTime": 20,
                  "vehiclePreconditioningEnergy": 5
                }
              },
              "chargingProcessInfo": {
                "presystemId": "uri://Customer1/Presystem1",
                "chargingRequestId": "uri://Customer1/Presystem1/Depot1/CR1",
                "chargingProcessId": "uri://Customer1/CPR1",
                "processStatus": "Charging",
                "startTime": "2020-07-17T09:29:47Z",
                "chargingPredictionData": {
                  "chargingPredictionDataMinSoc": {
                    "requestedMinSoc": 85,
                    "predictedTime": "2020-07-17T11:10:00Z"
                  },
                  "chargingPredictionDataFinalSoc": {
                    "predictedFinalSoc": 90,
                    "predictedTime": "2020-07-17T11:30:00Z"
                  }
                },
                "electricData": {
                  "chargingCurrent": 66,
                  "chargingVoltage": 750,
                  "chargingPower": 50
                }
              }
            }
          ],
          "chargingProcessInfo": {
            "presystemId": "uri://Customer1/Presystem1",
            "chargingRequestId": "uri://Customer1/Presystem1/Depot1/CR1",
            "chargingProcessId": "uri://Customer1/CPR1",
            "processStatus": "Charging",
            "startTime": "2020-07-17T09:29:47Z",
            "chargingPredictionData": {
              "chargingPredictionDataMinSoc": {
                "requestedMinSoc": 85,
                "predictedTime": "2020-07-17T11:10:00Z"
              },
              "chargingPredictionDataFinalSoc": {
                "predictedFinalSoc": 90,
                "predictedTime": "2020-07-17T11:30:00Z"
              }
            },
            "electricData": {
              "chargingCurrent": 66,
              "chargingVoltage": 750,
              "chargingPower": 50
            }
          }
        }
      ],
      "chargingProcessInfo": {
        "presystemId": "uri://Customer1/Presystem1",
        "chargingRequestId": "uri://Customer1/Presystem1/Depot1/CR1",
        "chargingProcessId": "uri://Customer1/CPR1",
        "processStatus": "Charging",
        "startTime": "2020-07-17T09:29:47Z",
        "chargingPredictionData": {
          "chargingPredictionDataMinSoc": {
            "requestedMinSoc": 85,
            "predictedTime": "2020-07-17T11:10:00Z"
          },
          "chargingPredictionDataFinalSoc": {
            "predictedFinalSoc": 90,
            "predictedTime": "2020-07-17T11:30:00Z"
          }
        },
        "electricData": {
          "chargingCurrent": 66,
          "chargingVoltage": 750,
          "chargingPower": 50
        }
      }
    }
  ],
  "chargingProcessInfo": {
    "presystemId": "uri://Customer1/Presystem1",
    "chargingRequestId": "uri://Customer1/Presystem1/Depot1/CR1",
    "chargingProcessId": "uri://Customer1/CPR1",
    "processStatus": "Charging",
    "startTime": "2020-07-17T09:29:47Z",
    "chargingPredictionData": {
      "chargingPredictionDataMinSoc": {
        "requestedMinSoc": 85,
        "predictedTime": "2020-07-17T11:10:00Z"
      },
      "chargingPredictionDataFinalSoc": {
        "predictedFinalSoc": 90,
        "predictedTime": "2020-07-17T11:30:00Z"
      }
    },
    "electricData": {
      "chargingCurrent": 66,
      "chargingVoltage": 750,
      "chargingPower": 50
    }
  }
}
],

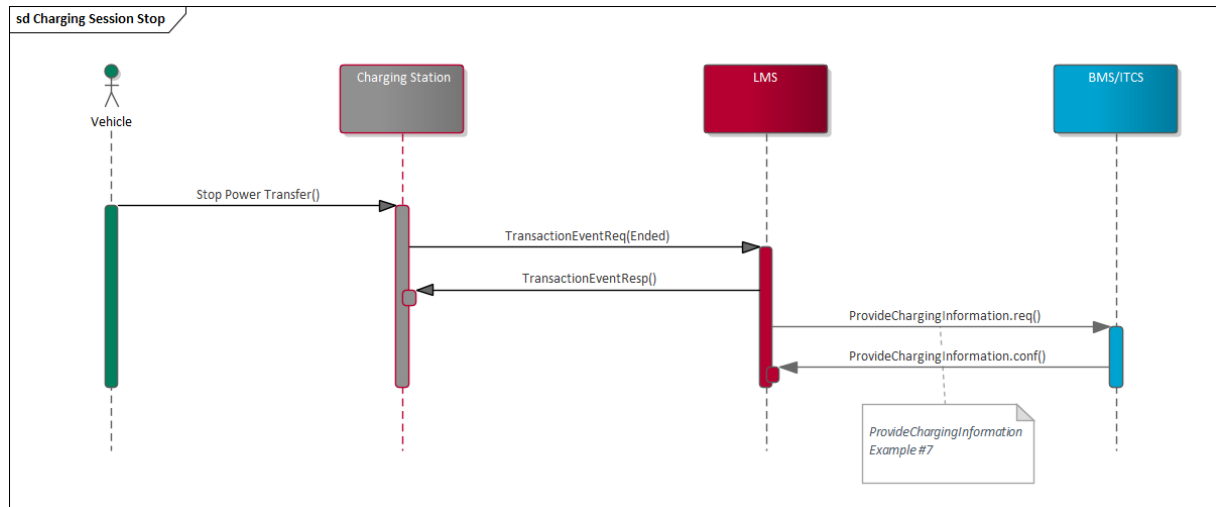
```

```
    {
      "chargingPointId": "uri://Customer1/Depot1/CS1/CP2",
      "chargingPointStatus": "Available",
      "presentPower": 0,
      "energyMeterReading": 999000
    }
  ]
}
]
}
]
}]
```

```
[2,"BMS","uri://Customer1/Presystem1","2020-07-17T10:33:48Z","1fb0360c-5608-4a91-9965-cfcba09b163e", "ProvideChargingInformation",{}]
```



## 6.2.7 Beenden der Ladeprozedur

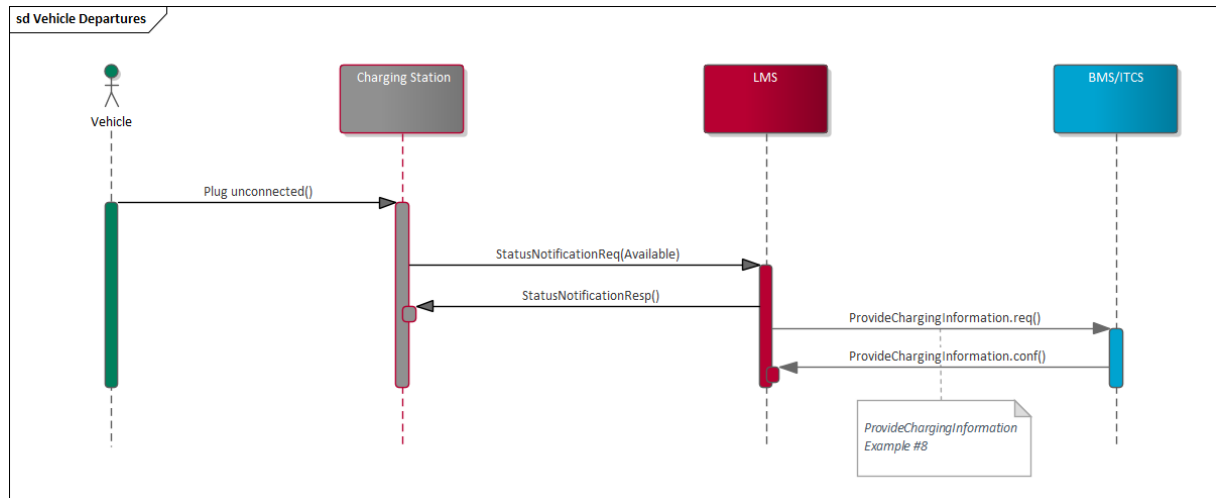


```
[1,"LMS","uri://Customer1/Presystem1","2020-07-17T11:30:00Z","60c03f4a-4844-49a6-84a1-acc4224cf90f","ProvideChargingInformation",{
```

```
  "depotInfoList": [
    {
      "depotId": "uri://Customer1/Depot1",
      "name": "depot1",
      "chargingStationInfoList": [
        {
          "chargingStationId": "uri://Customer1/Depot1/CS1",
          "chargingStationStatus": "Available",
          "chargingPointInfoList": [
            {
              "chargingPointId": "uri://Customer1/Depot1/CS1/CP1",
              "chargingPointStatus": "Occupied",
              "presentPower": 50,
              "energyMeterReading": 1113000,
              "vehicleInfo": {
                "vehicleId": "VIN12345678901234",
                "mileage": 24897,
                "tractionBatteryInfo": {
                  "stateOfCharge": 90
                },
                "vehicleStatusInfo": {},
                "vehicleChargingStatus": "ReadyToCharge",
                "preconditioningInfo": {}
              },
              "chargingProcessInfo": {
                "presystemId": "uri://Customer1/Presystem1",
                "chargingRequestId": "uri://Customer1/Presystem1/Depot1/CR1",
                "chargingProcessId": "uri://Customer1/CPR1",
                "processStatus": "Finishing",
                "startTime": "2020-07-17T09:29:47Z",
                "chargingPredictionData": {
                  "chargingPredictionDataMinSoc": {
                    "requestedMinSoc": 85,
                    "predictedTime": "2020-07-17T11:10:00Z"
                  },
                  "chargingPredictionDataFinalSoc": {
```



## 6.2.8 Abfahrt des Fahrzeugs



```

[1,"LMS","uri://Customer1/Presystem1","2020-07-17T11:31:00Z","c61f868a-d1d1-4cf6-936c-f22f25b607d9", "ProvideChargingInformation",{
  "depotInfoList": [
    {
      "depotId": "uri://Customer1/Depot1",
      "name": "depot1",
      "chargingStationInfoList": [
        {
          "chargingStationId": "uri://Customer1/Depot1/CS1",
          "chargingStationStatus": "Available",
          "chargingPointInfoList": [
            {
              "chargingPointId": "uri://Customer1/Depot1/CS1/CP1",
              "chargingPointStatus": "Available",
              "presentPower": 0,
              "energyMeterReading": 888000
            },
            {
              "chargingPointId": "uri://Customer1/Depot1/CS1/CP2",
              "chargingPointStatus": "Available",
              "presentPower": 0,
              "energyMeterReading": 999000
            }
          ]
        }
      ]
    }
  ]
}
]
}
}]

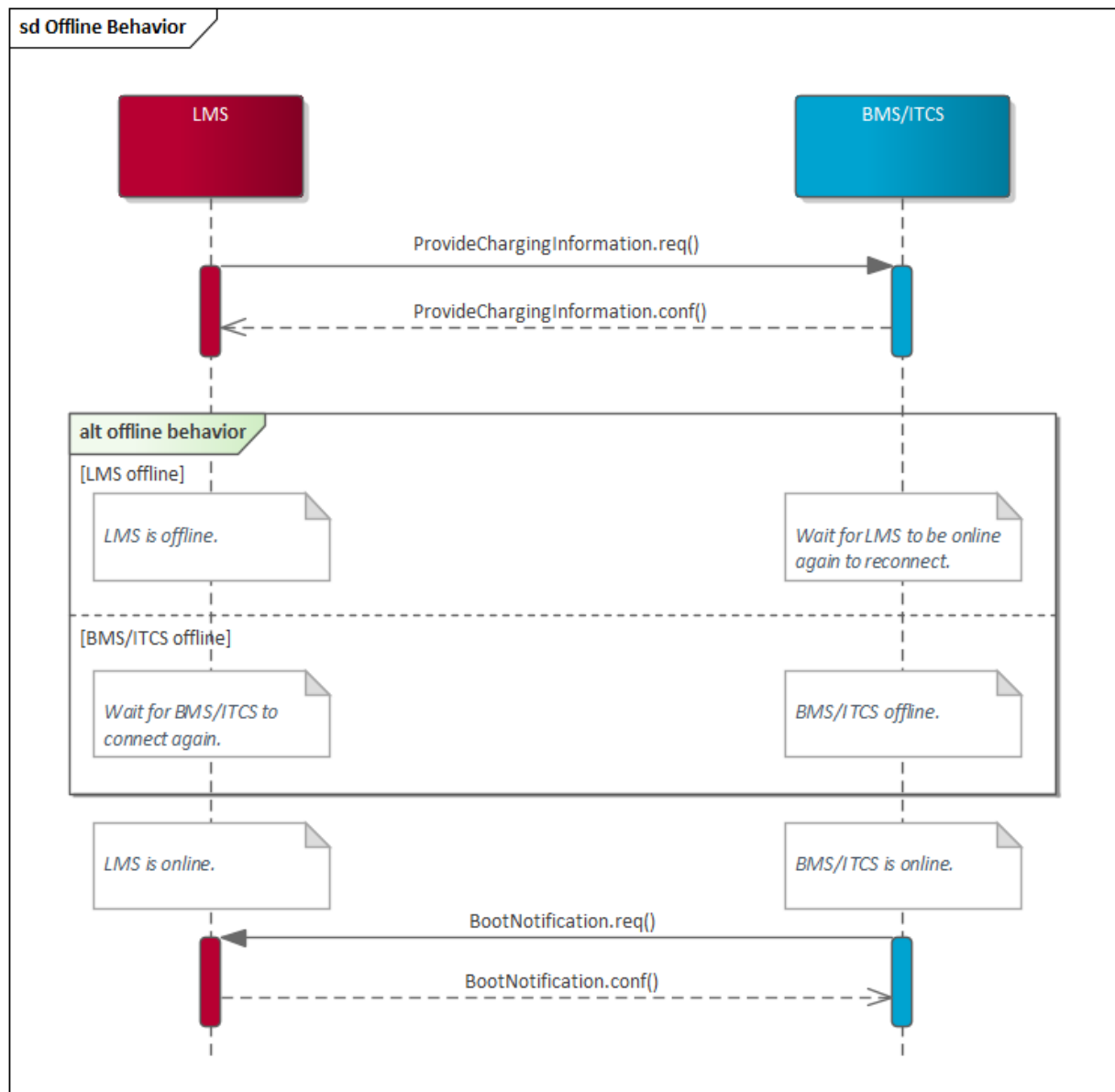
```

```

[2,"BMS","uri://Customer1/Presystem1","2020-07-17T11:31:01Z","c61f868a-d1d1-4cf6-936c-f22f25b607d9", "ProvideChargingInformation",{
}
]
}
}

```

## 6.2.9 Offline-Verhalten



Sowohl das LMS als auch das BMS/ITCS können aufgrund von bspw. Stromausfällen oder Hardwareschäden ausfallen.

Aus diesem Grund muss das Verhalten festgelegt werden, wenn der jeweilige Kommunikationspartner nicht verfügbar ist.

In dieser Sequenz ist der Normalbetrieb durch den Austausch des Nachrichtenpaars `ProvideChargingInformation` exemplarisch dargestellt.

Fällt das LMS aus und ist nicht erreichbar, dann muss das BMS/ITCS in der Zwischenzeit zyklisch versuchen sich erneut zum LMS zu verbinden.

Fällt das BMS/ITCS aus und ist nicht erreichbar, dann wartet das LMS darauf, dass sich das BMS/ITCS erneut zum LMS zu verbindet.

Weder das LMS noch das BMS/ITCS halten Nachrichten für die Dauer der fehlenden Verfügbarkeit des Kommunikationspartners vor.

Sobald eine erneute Verbindung aufgebaut werden konnte, findet der Austausch des Nachrichtenpaars `BootNotification` statt.



---

## Regelwerke – Normen und Empfehlungen

- (1) DIN ISO 15118 Straßenfahrzeuge - Kommunikationsschnittstelle zwischen Fahrzeug und Ladestation
- (2) IEC 60870-5-104 Fernwirk Einrichtungen und -systeme - Telegrammstruktur
- (3) Open Charge Point Protocol 1.6 - Interface description between Charge Point and Central System
- (4) VDV261: Empfehlung zur Anbindung eines dispositiven Backends an einen Elektrobus, ergänzend zur ISO-Norm 15118
- (5) VDV260: E-Bus – Infrastruktur/Ladestellen
- (6) VDV230: Rahmenempfehlung für elektrisch betriebene Stadt-Niederflur-Linienbusse

---

## Bildverzeichnis

Abbildung 1-1: Einordnung des Lademanagements sowie deren Anbindung in der Systemlandschaft	12
Abbildung 1-2: VDV463 Schnittstelle zwischen betrieblichen Vorsystemen und Lademanagement	13
Abbildung 2-1: Übergeordnete Liste chargingRequestList	17
Abbildung 2-2: Typ ChargingRequest	18
Abbildung 2-3: Typ ChargingRequestData	19
Abbildung 2-4: Typ AutomaticPreconditioning	20
Abbildung 2-5: Typ ManualPreconditioning	20
Abbildung 2-6 : Übergeordnete Liste depotInfoList	21
Abbildung 2-7: Typ DepotInfo	22
Abbildung 2-8: Typ ChargingStationInfo	22
Abbildung 2-9: Typ ChargingPointInfo	23
Abbildung 2-10: Typ ChargingPointFaultInfo	24
Abbildung 2-11: Typ VehicleInfo	25
Abbildung 2-12 : Typ TractionBatteryInfo	26
Abbildung 2-13. Typ VehicleStatusInfo	26
Abbildung 2-14: Typ VehicleFaultInfo	27
Abbildung 2-15: Typ PreconditioningInfo	27
Abbildung 2-16: Typ ChargingProcessInfo	28
Abbildung 2-17: Typ ChargingPredictionData	29
Abbildung 2-18: Typ ChargingPredictionDataMinSoc	29
Abbildung 2-19: Typ ChargingPredictionDataFinalSoc	30
Abbildung 2-20: Typ ElectricData	30
Abbildung 2-21: Typ ScheduledChargingProcess	31
Abbildung 2-22: Typ ChargingStationFaultInfo	32
Abbildung 6-1: Aktivitätsdiagramm für den Prozessablauf an der Schnittstelle LMS – Vorsystem	42

---

## Impressum

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (VDV)  
Kamekestraße 37-39 · 50672 Köln  
T 0221 57979-0 · F 0221 57979-8000  
info@vdv.de · www.vdv.de

### **Ansprechpartner**

Winfried Bruns  
T 0221 57979-120  
F 0221 57979-8120  
Bruns@vdv.de



---

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (VDV)  
Kamekestraße 37-39 · 50672 Köln  
T 0221 57979-0 · F 0221 57979-8000  
info@vdv.de · www.vdv.de

---