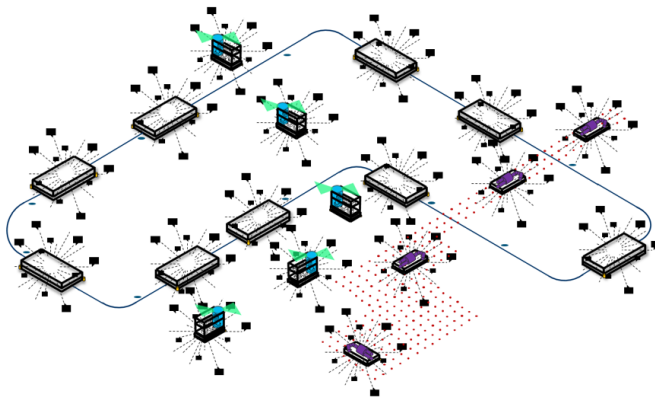
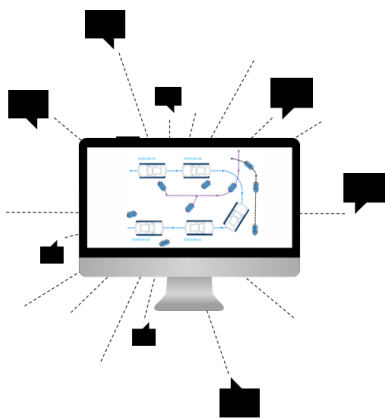


VDA Empfehlung

Schnittstelle zur Kommunikation zwischen Fahrerlosen Transportfahrzeugen (FTF) und einer Leitsteuerung

VDA 5050

Version 2.0.0, Januar 2022



Definition einer Kommunikationsschnittstelle für Fahrerlose Transportsysteme (FTS).

Nachstehende Ausführungen beschreiben die Kommunikationsschnittstelle zum Austausch von Auftrags- und Statusdaten zwischen einer zentralen Leitsteuerung und Fahrerlosen Transportfahrzeugen (FTF) für intralogistische Prozesse.

Haftungsausschluss

Die VDA-Empfehlungen sind Empfehlungen, die jedermann frei zur Anwendung stehen.

Wer sie anwendet, hat für die richtige Anwendung im konkreten Fall zu tragen.

Sie berücksichtigen den zum Zeitpunkt der jeweiligen Ausgabe herrschenden Stand der Technik. Durch das Anwenden der VDA-Empfehlungen entzieht sich niemand der Verantwortung für sein eigenes Handeln. Jeder handelt insoweit auf eigene Gefahr. Eine Haftung des VDA und derjenigen, die an VDA-Empfehlungen beteiligt sind, ist ausgeschlossen.

Jeder wird gebeten, wenn er bei der Anwendung der VDA-Empfehlungen auf Unrichtigkeiten oder die Möglichkeit einer unrichtigen Auslegung stößt, dies dem VDA umgehend mitzuteilen, damit etwaige Mängel beseitigt werden können.

Inhaltsangabe

1	Vorwort	5
2	Ziel des Dokuments	5
3	Geltungsbereich	7
3.1	Mitgeltende Dokumente	7
4	Anforderungen und Protokolldefinition	8
5	Prozess und Inhalt der Kommunikation	9
6	Protokollspezifikation	11
6.1	Tabellensymbole und Bedeutung der Formatierung	11
6.2	Handhabung der MQTT-Verbindung, Sicherheit und QoS	12
6.3	MQTT-Themenebenen	12
6.4	Kopfzeile (engl. „Header“)	13
6.5	Subtopics für die Kommunikation (engl. „Subtopics“)	14
6.6	Subtopic order	15
6.7	Implementierung der Auftragsmeldung („order“)	23
6.8	Aktionen (engl. „Actions“)	32
6.9	Topic: instantActions (von der Leitsteuerung zum FTF)	41
6.10	Topic: state (von der Leitsteuerung zum FTF)	41
6.11	actionStates	56
6.12	Action Blocking Types und sequence	58
6.13	Topic „Visualization“	59
6.14	Topic „connection“	59
6.15	Topic "factsheet"	60
7	Praktische Beispiele	70
7.1	Fehlerreferenz	70
7.2	Parameterformat	70
8	Glossar	71
8.1	Begriffsbeschreibung (deutsch)	71
8.2	Glossar englisch - deutsch	72

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Einbindung von FTS-Bestandssystemen	6
Abbildung 2	Prozess und Kommunikation während Implementierung und Betrieb	9
Abbildung 3	Unterschied zwischen Leitsteuerungs- und FTF-Informationen	15
Abbildung 4	Auftrag ohne (links) und mit Aktualisierung (rechts) (e3 wird nicht mit der Aktualisierung des Auftrags in t=3 gesendet)	16
Abbildung 5	Pseudocode eines Auftrags	17
Abbildung 6	Pseudocode einer Auftragsaktualisierung. Bitte Änderung der „orderUpdateId“ beachten	17
Abbildung 7	Regulärer Aktualisierungsprozess - Auftragserweiterung	18
Abbildung 8	Prozessbeschreibung zur Bestätigung einer Auftragsaktualisierung	19
Abbildung 9	Erwartetes Verhalten nach der Stornierung eines Auftrags	20
Abbildung 10	Koordinatensystem mit Muster-FTF und Orientierung	22
Abbildung 11	Koordinatensystem mit Muster-FTF und Orientierung	23
Abbildung 12	Übermittlung der Fahrrouten und Rückmeldung der Positionsinformationen durch das FTF	42
Abbildung 13	nodeStates, edgeStates, actionStates während des order handlings	43
Abbildung 14	Alle möglichen Zustandsübergänge für actionStates	57
Abbildung 15	unterschiedliche Blockierungstypen	58

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Zulässige Werte für das Feld „actionStatus“	57
Tabelle 2	Action blocking types	58

1 Vorwort

Die Schnittstelle wurde in Kooperation zwischen dem Verband der Automobilindustrie e.V. (Abk. VDA) und VDMA Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (Abk. VDMA) entwickelt. Die Bestrebung der beiden Parteien ist es, eine universell anwendbare Schnittstelle für die Kommunikation zwischen Leitständen und fahrerlosen Transportsystemen (Abk. FTF) zu entwerfen. Änderungsvorschläge für die Schnittstelle sind in das GitHub Repository (<http://github.com/vda5050/vda5050>) einzustellen. Sie werden gemeinsam von VDA und VDMA bewertet und bei positiver Entscheidung in einer neuen Version übernommen.

2 Ziel des Dokuments

Zielsetzung der Schnittstelle ist es, zukünftig die Anbindung neuer Fahrzeuge an einen bestehenden Leitstand und damit die Integration in ein bestehendes Fahrerloses Transportsystem (FTS) beim Einsatz in der Automobilindustrie zu vereinfachen und den Parallelbetrieb mit FTF verschiedener Hersteller und konventionellen Systemen (Bestandssystemen) in der gleichen Arbeitsumgebung zu ermöglichen.

Es soll eine einheitliche Schnittstelle zwischen Leitsteuerung und FTS definiert werden. Im Einzelnen soll dies durch die folgenden Punkte erreicht werden:

- Beschreibungen der Kommunikation zwischen FTF und Leitsteuerung und damit einer Basis für die Integration von Transportsystemen in eine durchgängige Prozessautomatisierung mittels kooperierender Transportfahrzeuge.
- Steigerung der Flexibilität durch u.a. erhöhte Autonomie der Fahrzeuge, Verwendung von Prozessbausteinen und Schnittstellen sowie vorzugsweise dem Ablösen einer starren Abfolge von ereignisgesteuerten Befehlsketten.
- Verringerung der Implementierungszeit durch hohe „Plug & Play“ Fähigkeit, da benötigte Informationen (z.B. Karten) durch zentrale Services zur Verfügung gestellt werden und allgemeingültig sind. Fahrzeuge sollen möglichst herstellerunabhängig mit einem gleichen Implementierungsaufwand unter Berücksichtigung der Anforderungen der Arbeitssicherheit in Betrieb genommen werden können.
- Komplexitätsreduzierung und Erhöhung der „Plug & Play“ Fähigkeit der Systeme durch den Einsatz einer einheitlichen, übergreifenden Koordinationsebene mit den entsprechenden Logiken für alle Transportfahrzeuge, Fahrzeugtypen und Hersteller.
- Erhöhung der Herstellerunabhängigkeit mittels gemeinsamer Schnittstellen zwischen Fahrzeugsteuerung und Koordinationsebene.
- Einbindung proprietärer FTS-Bestandssysteme durch Umsetzung einer vertikalen Kommunikation zwischen der proprietären Leitsteuerung sowie der übergeordneten FTS-Leitsteuerung (vgl. Abbildung 1)

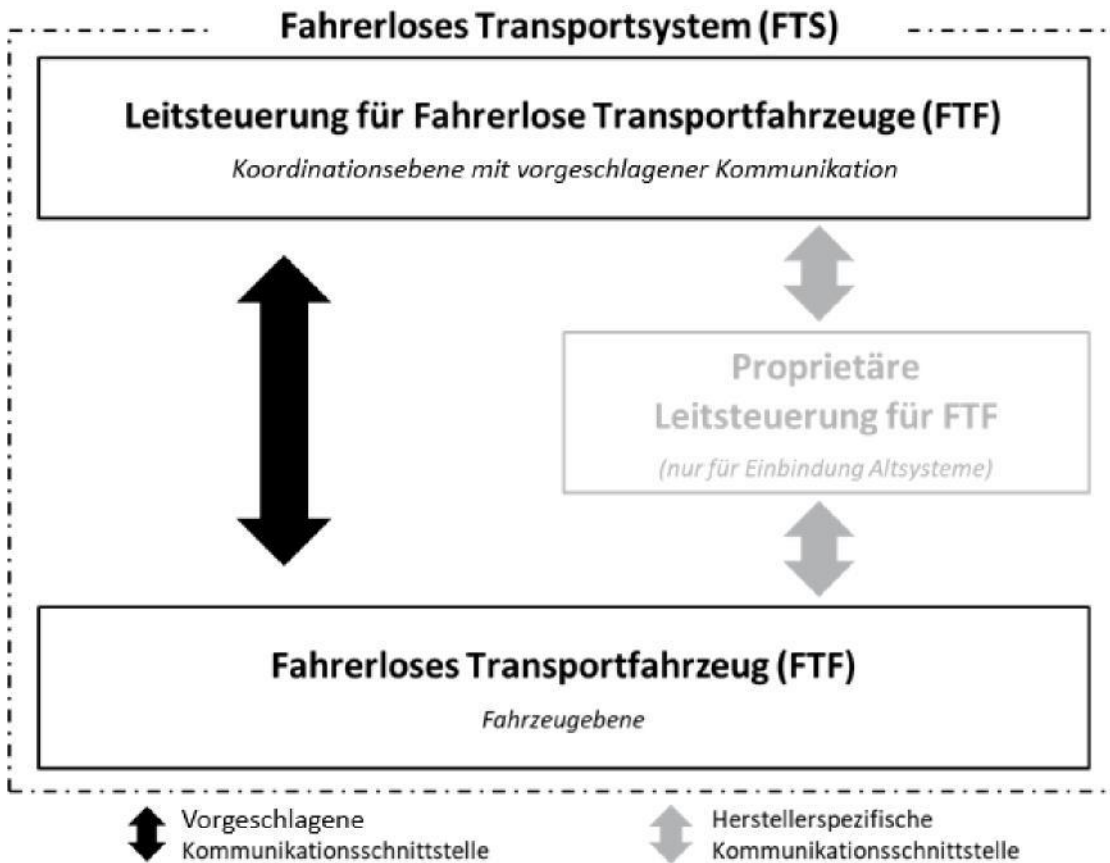


Abbildung 1 Einbindung von FTS-Bestandssystemen

Zur Umsetzung der oben genannten Ziele wird mit dem vorliegenden Dokument eine Schnittstelle für die Kommunikation von Auftrags- und Statusinformationen zwischen FTF und Leitsteuerung beschrieben.

Weitere für den Betrieb erforderliche Schnittstellen zwischen FTF und Leitsteuerung (z.B. für den Austausch von Karteninformationen, Berücksichtigung besonderer Fähigkeiten frei navigierender Fahrzeuge hinsichtlich Pfadplanung etc.) oder zur Kommunikation mit anderen Systemkomponenten (z.B. externer Peripherie, Brandschutztoren etc.) sind in diesem Dokument vorerst nicht enthalten.

3 Geltungsbereich

Dieses Dokument enthält Definitionen und Best Practices hinsichtlich der Kommunikation zwischen Fahrerlosen Transportfahrzeugen (FTF) und einer Leitsteuerung. Ziel ist es, dass FTF mit verschiedenen Charakteristiken (z.B. Unterfahrschlepper oder Gabelhochhub-FTF) in einer einheitlichen Sprache mit einer Leitsteuerung sprechen. Hiermit wird die Grundlage geschaffen, eine beliebige Kombination von FTF in einer Leitsteuerung zu betreiben. Die Leitsteuerung sorgt dabei für eine Auftragsvergabe und Koordinierung des FTF-Verkehrs (vgl. Kapitel 5).

Die Schnittstelle orientiert sich an den Anforderungen aus der Produktions- und Werkslogistik in der Automobilindustrie. Entsprechend decken die dargelegten Anforderungen die Bedarfe der Intralogistik (d.h. der logistischen Prozesse vom Wareneingang über die Produktionsversorgung bis hin zum Warenausgang) zur Steuerung von frei navigierenden und geführten Fahrzeugen ab.

In Abgrenzung zu automatisierten Fahrzeugen lösen autonome Fahrzeuge auftretende Probleme auf Basis von entsprechender Sensorik und Algorithmen eigenständig und können dementsprechend auf Abweichungen in einem dynamischen Umfeld reagieren bzw. kurzfristig darauf anpassen. Autonome Eigenschaften wie das eigenständige Umfahren von Hindernissen können sowohl frei navigierende als auch geführte Fahrzeuge aufweisen. Sobald allerdings die Pfadplanung auf dem Fahrzeug selbst durchgeführt wird, ist in diesem Dokument von frei navigierenden Fahrzeugen die Rede (siehe Glossar).

Im Sinne einer zukunftsfähigen Lösung wird im Folgenden eine Schnittstelle beschrieben, die in ihrer Struktur erweiterbar ist. Dies soll eine vollständige Abdeckung der Steuerung geführter Fahrzeuge ermöglichen. Aspekte frei navigierender Fahrzeuge können in die erweiterbare Struktur integriert werden, eine hierfür erforderliche detaillierte Spezifikation ist nicht Bestandteil dieses Dokuments.

Für die Integration von proprietären Bestandssystemen sind ggf. individuelle Definitionen von Schnittstellen erforderlich, die im Rahmen dieses Dokuments nicht betrachtet werden.

3.1 Mitgeltende Dokumente

Dokument	Beschreibung
VDI-Richtlinie 2510	Fahrerlose Transportsysteme (FTS)
VDI-Richtlinie 4451 Blatt 7	Kompatibilität von Fahrerlosen Transportsystemen (FTS) - Leitsteuerung für FTS
DIN EN ISO 3691-4	Flurförderzeuge - Sicherheitstechnische Anforderungen und Verifizierung - Teil 4: Fahrerlose Flurförderzeuge und ihre Systeme

4 Anforderungen und Protokolldefinition

Die Kommunikationsschnittstelle ist darauf ausgelegt, folgende Anforderungen zu unterstützen:

- Steuerung von min. 1000 Fahrzeugen
- Ermöglichung der Integration von Fahrzeugen mit unterschiedlichem Autonomiegrad
- Ermöglichung von Entscheidungen, z.B. hinsichtlich der Auswahl von Routen oder das Verhalten an Kreuzungen

Die Fahrzeuge sollen ihren Status in einem regelmäßigen Intervall oder bei einer Veränderung ihres Status sofort übertragen.

Die Kommunikation erfolgt über drahtlose Netzwerke, sodass die Einflüsse von Verbindungsfehlern und des Verlustes von Nachrichten berücksichtigt wurden.

Als Nachrichtenprotokoll wird MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) verwendet, das in Verbindung mit einer JSON-Struktur genutzt werden soll. MQTT 3.1.1 wurde bei der Entwicklung dieses Protokolls getestet und ist die für die Kompatibilität mindestens erforderliche Version. MQTT ermöglicht die Verteilung von Nachrichten an Unterkanäle, die "Topics" genannt werden. Die Teilnehmer des MQTT-Netzwerks abonnieren diese Kanäle und erhalten Informationen, die sie betreffen oder interessieren.

Die JSON-Struktur ermöglicht eine zukünftige Erweiterung des Protokolls um weitere Parameter. Die Parameter werden in englischer Sprache beschrieben, um zu gewährleisten, dass das Protokoll auch außerhalb des deutschen Sprachraums lesbar, verständlich und anwendbar ist.

5 Prozess und Inhalt der Kommunikation

Im Rahmen des Informationsflusses zum Betrieb von FTF gibt es, wie in Abbildung 2 dargestellt, mindestens folgende Akteure:

- Der Betreiber stellt grundlegende Informationen zur Verfügung,
- die Leitsteuerung organisiert und verwaltet den Betrieb und
- das FTF führt die Aufträge aus.

Abbildung 2 beschreibt die Kommunikationsinhalte während der Betriebsphase. Während der Implementierung oder Änderung werden FTF und Leitsystem manuell konfiguriert.

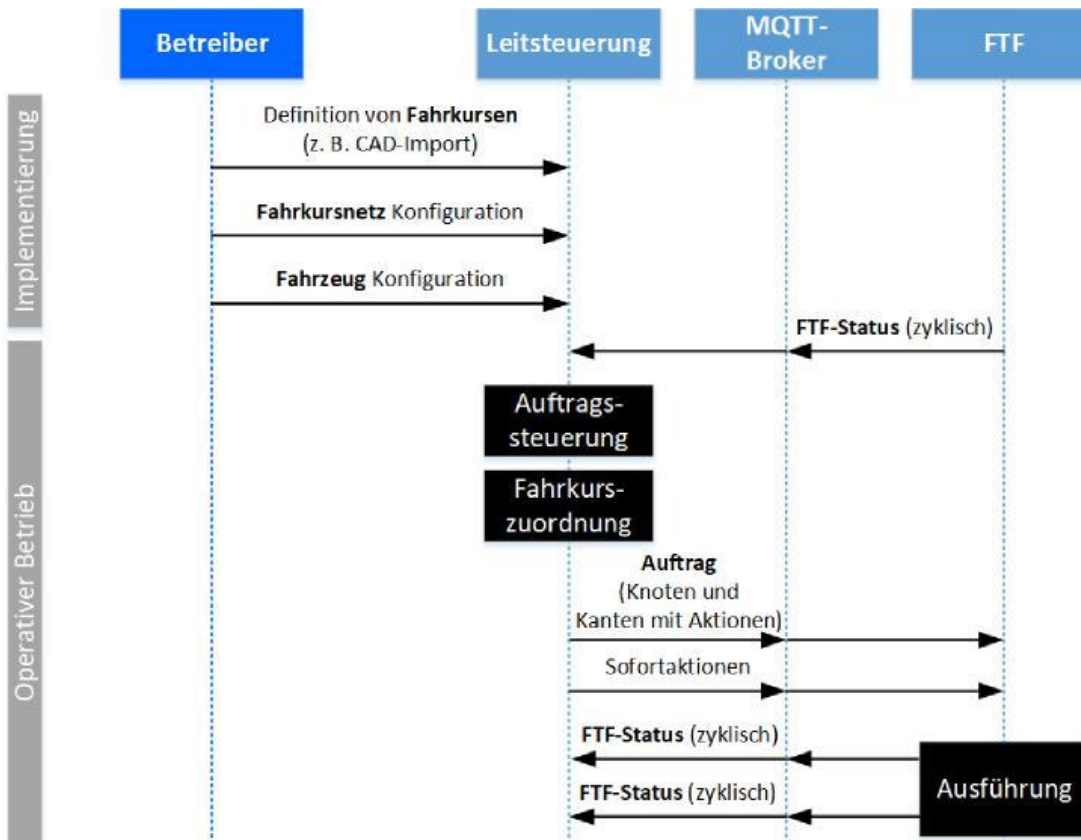


Abbildung 2 Prozess und Kommunikation während Implementierung und Betrieb

Während der Implementierungsphase wird das FTS, bestehend aus der Leitsteuerung und den FTF, eingerichtet. Die hierfür notwendigen Rahmenbedingungen werden durch den Betreiber definiert und die erforderlichen Informationen von ihm entweder manuell eingepflegt oder durch einen Import aus anderen Systemen in der Leitsteuerung hinterlegt. Im Wesentlichen betrifft dies die folgenden Inhalte:

- Definition von Fahrkursen bzw Routen: Mittels CAD-Import können Fahrkurse in der Leitsteuerung übernommen werden. Alternativ können Fahrkurse auch manuell in der Leitsteuerung vom Betreiber implementiert werden. Fahrkurse können Einbahnstraßen, Fahrkurse für bestimmte Fahrzeuggruppen (auf Basis der Größenverhältnisse) etc. sein.
- Konfiguration des Streckennetzes: Innerhalb der Routen werden Be- und Entladestationen, Batterieladestationen, periphere Umgebungen (Tore, Aufzüge, Schranken), Wartepositionen, Pufferstationen, etc. definiert.
- Fahrzeug Konfiguration: Die physikalischen Eigenschaften eines FTF (Größe, verfügbare Ladungsträgeraufnahmen, etc.) werden vom Betreiber hinterlegt. Das FTS muss diese Informationen über das Subtopic Factsheet in einer spezifischen

Weise kommunizieren, die im Abschnitt FTS-Factsheet (Kapitel 6.15) dieses Dokuments definiert ist.

Die oben beschriebene Konfiguration von Routen und des Routennetzes ist nicht Bestandteil dieses Dokuments. Sie bildet aber die Basis, um gemeinsam mit den Informationen über die zu erledigenden Transportbedarfe eine Auftragssteuerung und Fahrkurszuordnung durch die Leitsteuerung zu ermöglichen. Die so entstehenden Aufträge für ein FTF werden dann über einen MQTT-Nachrichtenbroker an das Fahrzeug übertragen. Dieses meldet anschließend parallel zur Ausführung des Auftrags kontinuierlich seinen Status an die Leitsteuerung zurück. Auch dies erfolgt mithilfe des MQTT-Nachrichtenbrokers.

Funktionen der Leitsteuerung sind:

- Zuweisung von Aufträgen an FTF
- Streckenberechnung und -führung von FTF (unter Berücksichtigung der Einschränkungen der individuellen physikalischen Eigenschaften jedes FTF, z.B. Größe, Manövrierfähigkeit usw.)
- Erkennung und Auflösung von Blockaden (engl. „deadlocks“)
- Energiemanagement: Ladeaufträge können Transportaufträge unterbrechen
- Verkehrssteuerung: Pufferstrecken und Wartepositionen
- (vorübergehende) Änderungen in der Umgebung wie z.B. Freifahren bestimmter Bereiche oder Änderung der Höchstgeschwindigkeit
- Kommunikation mit peripheren Anlagen wie z.B. Türen, Toren, Aufzügen, etc.
- Erkennung und Auflösung von Kommunikationsfehlern

Funktionen des FTF sind:

- Lokalisierung
- Navigation entlang zugeordneter Routen (geführt bzw. autonom)
- Kontinuierliche Übertragung des Fahrzeugstatus

Zusätzlich muss bei der Konfiguration des Gesamtsystems folgendes durch den Betreiber berücksichtigt werden (unvollständige Liste):

- Kartenkonfiguration: Die Koordinatensysteme der Leitsteuerung und der FTF müssen aufeinander abgestimmt werden
- Drehpunkt: Die Verwendung verschiedener Punkte des FTF oder Punkte der Ladung als Drehpunkt führt zu unterschiedlichen Hüllkurven des Fahrzeugs. Der Referenzpunkt kann je nach Situation variieren, z.B. kann er für FTF, die eine Last tragen, und für FTF, die keine Last tragen, unterschiedlich sein.

6 Protokollspezifikation

Der folgende Abschnitt beschreibt die Details des Kommunikationsprotokolls. Das Protokoll gibt die Kommunikation zwischen der Leitsteuerung und den FTF an. Die Kommunikation zwischen dem FTF und Peripheriegeräten, z.B. einem Tor, ist ausgeschlossen.

Die verschiedenen Nachrichten werden in Tabellen dargestellt, die den Inhalt der Felder des JSONs beschreiben, das als Befehl, Zustand usw. gesendet wird.

Darüber hinaus stehen JSON-Schemata im öffentlichen Git-Repository (<https://github.com/VDA5050/VDA5050>) zur Validierung zur Verfügung. Die JSON-Schemata werden mit jeder Version des VDA5050 aktualisiert.

6.1 Tabellensymbole und Bedeutung der Formatierung

Die Tabelle enthält den Namen des Identifikators, gegebenenfalls dessen Einheit, seinen Datentyp und eine Beschreibung.

Identifikation	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
standard	Variable is an elementary data type	Die Variable ist ein elementarer Datentyp
fett	Variable is a non-elementary data type (e.g. JSON-object or array) and defined separately	Die Variable ist ein nicht-elementarer Datentyp und wird separat definiert (z.B. JSON-Objekt, Feld)
<i>kursiv</i>	Variable is optional	Die Variable kann optional verwendet werden
arrayName [square-Brackets]	Variable (here arrayName) is an array of the data type included in the square brackets (here the data type is squareBrackets)	Die Variable (hier arrayName) ist ein Datenfeld des Datentyps in den eckigen Klammern (hier squareBrackets)

6.1.1 Optionale Felder

Wenn eine Variable als optional gekennzeichnet ist, bedeutet dies, dass sie für den Sender optional ist, da die Variable in bestimmten Fällen nicht anwendbar sein kann (z.B., wenn die Leitsteuerung einen Auftrag an ein FTF sendet, planen einige FTF ihre Route selbst und das Feld „trajectory“ kann innerhalb des edge-Objekts somit ausgelassen werden).

Wenn ein FTF eine Nachricht mit einem Feld erhält, das in diesem Protokoll als optional gekennzeichnet ist, wird erwartet, dass sich das FTF entsprechend verhält und das Feld nicht ignoriert. Wenn das FTF die Nachricht nicht entsprechend verarbeiten kann, wird erwartet, dass es dies in einer Fehlermeldung mitteilt und den Auftrag ablehnt.

Die Leitsteuerung darf nur optionale Informationen senden, die das FTF unterstützt.

Beispiel: Trajektorien sind optional. Wenn ein FTF keine Trajektorie verarbeiten kann, darf die Leitsteuerung keine Trajektorie an das Fahrzeug senden.

Das FTF muss über das FTF-Factsheet mitteilen, welche optionalen Parameter es benötigt.

6.1.2 Zulässige Zeichen und Feldlängen

Die gesamte Kommunikation ist in UTF-8 kodiert, um eine internationale Anpassung der Beschreibungen zu ermöglichen. Die Empfehlung lautet, dass für IDs nur die folgenden Zeichen verwendet werden:

A-Z a-z 0-9 _ - . :

Eine maximale Nachrichtenlänge ist nicht definiert. Wenn der Speicher eines FTF nicht ausreicht, um einen eingehenden Auftrag zu verarbeiten, muss es den Auftrag ablehnen. Die Anpassung der maximalen Feldlängen, Zeichenkettenlängen oder Wertebereiche ist Sache des Integrators. Um die Integration zu erleichtern, müssen FTF-Anbieter ein FTF-Faktenblatt bereitstellen, das in Abschnitt 6.15 Topic "factsheet" - näher erläutert wird.

6.1.3 Schreibweise von Enumerationen

Enumerationen müssen in Großbuchstaben geschrieben werden. Dazu zählen Schlüsselwörter wie die Zustände der Aktionen (WAITING, FINISHED, etc.) oder auch Werte des „direction“-Feldes (LEFT, RIGHT, 443MHZ, etc.).

6.1.4 JSON Datentypen

Wo möglich, sind JSON Datentypen zu verwenden. Ein boolescher Wert wird somit mittels „true / false“ codiert, NICHT mit einer Enumeration (TRUE, FALSE) oder magischen Zahlen (1, 0 o.ä.).

6.2 Handhabung der MQTT-Verbindung, Sicherheit und QoS

Das MQTT-Protokoll bietet die Möglichkeit, eine letzte Nachricht (engl. „last will“) für einen Client zu setzen. Wenn der Client die Verbindung aus irgendeinem Grund unerwartet unterbricht, wird der „last will“ vom Broker an andere Clients verteilt. Die Verwendung dieser Funktion wird in Kapitel 6.14 beschrieben.

Wenn die Verbindung zwischen einem FTF und dem Broker unterbricht, behält das Fahrzeug alle Auftragsinformationen und führt den Auftrag bis zum letzten freigegebenen Knoten aus.

Die Protokollsicherheit muss bei der Brokerkonfiguration berücksichtigt werden.

Um den Kommunikations-Overhead zu reduzieren, soll für die Topics `order`, `state`, `factsheet` und `visualization` der MQTT QoS-Level 0 (Best Effort) verwendet werden. Das Topic `connection` soll den QoS-Level 1 (At Least Once) verwenden.

6.3 MQTT-Themenebenen

Die MQTT-Topic-Struktur ist aufgrund der obligatorischen Topic-Struktur der Cloud-Anbieter nicht streng definiert. Für einen Cloud-basierten MQTT-Broker muss die Topic-Struktur individuell an die in diesem Protokoll definierten Topics angepasst werden. Dies bedeutet, dass die in den folgenden Abschnitten definierten Topic-Namen obligatorisch sind.

Für einen lokalen Broker werden die MQTT-Topic-Ebenen wie folgt vorgeschlagen:

interfaceName/majorVersion/manufacturer/serialNumber/topic

Beispiel: `uagv/v2/KIT/0001/order`

MQTT Topic Level	Datentyp	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
interfaceName	string	Name of the used interface	Name der Schnittstelle
majorVersion	string	Major version number, preceded by "v"	Hauptversionsnummer, beginnend mit „v“
manufacturer	string	Manufacturer of the AGV (e.g. RobotCompany)	Fahrzeughersteller (z.B. RobotCompany)
serialNumber	string	Unique AGV Serial Number consisting of the following characters: A-Z a-z 0-9 — . : -	Eindeutige FTF Seriennummer bestehen aus den folgenden Zeichen: A-Z a-z 0-9 — . : -
topic	string	Topic (e.g. Order or System State) see Kap. 6.5	Topic (z.B. Order oder System State) siehe Kap. 6.5

Hinweis: Da das Zeichen / verwendet wird, um Topic-Hierarchien zu definieren, darf es in keinem der oben genannten Felder verwendet werden. Das \$-Zeichen wird in einigen MQTT-Brokern für spezielle interne Topics verwendet und sollte daher ebenfalls nicht verwendet werden.

6.4 Kopfzeile (engl. „Header“)

Jede JSON-Datei startet mit einer Kopfzeile (engl. „Header“). In den folgenden Abschnitten wird die Kopfzeile aus Gründen der Lesbarkeit als header referenziert. Die Kopfzeile besteht aus den folgenden einzelnen Elementen und ist kein JSON-Objekt.

Objekt Struktur/ Identifier	Datentyp	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
headerId	uint32	header ID of the message. The headerId is defined per topic and incremented by 1 with each sent (but not necessarily received) message.	Kopfzeilennummer einer Nachricht. Sie wird je Topic separat definiert und mit jeder gesendeten (aber nicht zwingend empfangenen) Nachricht um 1 erhöht.
timestamp	string	Timestamp (ISO8601, UTC); YYYY-MM-DDTHH:mm:ss.ssZ (e.g. "2017-04-15T11:40:03.12Z")	Zeitstempel (ISO8601, UTZ); JJJJ-MM-TTTHH:mm:ss.ssZ (z.B. "2017-04-15T11:40:03.12Z")
version	string	Version of the protocol [Major].[Minor].[Patch] (e.g. 1.3.2)	Version des Protokolls [Hauptversion].[Nebenversion].[Patchversion] (z.B. 1.3.2)
manufacturer	string	Manufacturer of the AGV	Hersteller des FTF
serial-Number	string	Serial number of the AGV	Seriennummer des FTF

Protokollversion

Als Versionierungsschema für die Protokollversion wird die semantische Versionierung verwendet.

Beispiele für Änderungen der Hauptversion (major):

- Einschneidende Änderungen (breaking changes), z.B. neue nicht optionale Felder

Beispiele für Änderungen der Nebenversion (minor):

- Neue Funktionen, z.B. ein zusätzliches Topic für die Visualisierung

Beispiele für Änderungen der Patchversion:

- Höhere verfügbare Genauigkeit für eine batteryCharge

6.5 Subtopics für die Kommunikation (engl. „Subtopics“)

Das Protokoll verwendet die folgenden Topics für den Informationsaustausch zwischen Leitsteuerung und den Fahrzeugen:

Subtopic	Veröffentlicht durch	abonniert durch	genutzt für	Implementierung	Schema
order	Leitsteuerung	FTF	Kommunikation von Fahrbefehlen von der Leitsteuerung zum FTF	verbindlich	order.schema
instantActions	Leitsteuerung	FTF	Kommunikation von Aktionen, die sofort durchgeführt werden müssen	verbindlich	instantActions.schema
state	FTF	Leitsteuerung	Kommunikation des FTF-Status	verbindlich	state.schema
visualization	FTF	Visualisierungssystem	Hochfrequente Übertragung der Position und Geschwindigkeit, nur für Visualisierungszwecke	optional	visualization.schema
connection	Broker/FTF	Leitsteuerung	Zeigt an, wenn die Verbindung zum FTF verloren gegangen ist. Nicht durch die Leitsteuerung zu nutzen, um den FTF-Zustand zu prüfen. Hinzugefügt für eine Überprüfung der Verbindung auf MQTT-Protokollebene.	verbindlich	connection.schema
factsheet	FTF	Leitsteuerung	Einrichtung des FTF in der Leitsteuerung	verbindlich	factsheet.schema

6.6 Subtopic order

Das Topic „order“ ist ein MQTT-Topic, über das das FTF einen als JSON ausgedrückten Auftrag von der Leitsteuerung erhält.

6.6.1 Konzept und Logik

Die Grundstruktur eines Auftrags ist ein Graph mit Knoten und Kanten. Es wird erwartet, dass das FTF die Knoten und Kanten durchfährt, um den Auftrag zu erfüllen. Der vollständige Graph mit allen verbundenen Knoten und Kanten wird von der Hauptsteuerung verwaltet.

Die Darstellung des Graphen in der Leitsteuerung enthält Einschränkungen, z.B. welches FTF welche Kante nicht überfahren darf. Diese Einschränkungen werden dem FTF nicht mitgeteilt. Stattdessen berücksichtigt die Leitsteuerung im Auftrag an ein FTF nur die Kanten, die das betreffende FTF durchfahren darf und überträgt diesen Auftrag an das Fahrzeug.

Es ist zu vermeiden, dass die Leitsteuerung für jeden FTF-Typ eine eigene grafische Darstellung hat. Wann immer möglich sollte ein Ort, z.B. eine Warteposition vor einer Brandschutztür, nur einen Knoten für alle Arten von FTF haben. Aufgrund der unterschiedlichen Größen und Spezifikationen der FTF kann es jedoch in bestimmten Situationen notwendig sein, von dieser Norm abzuweichen.

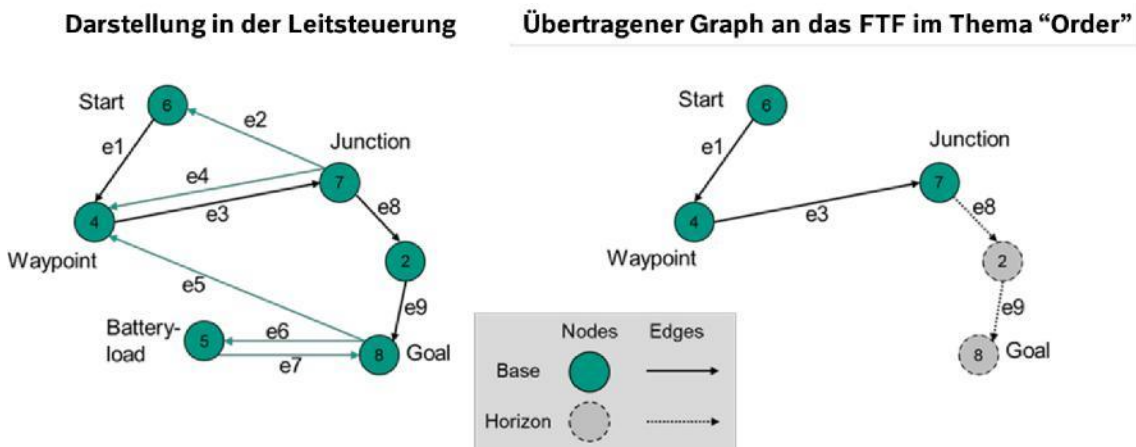


Abbildung 3 Unterschied zwischen Leitsteuerungs- und FTF-Informationen

Die Knoten und Kanten werden als zwei Listen in der Auftragsmeldung übergeben. Die Reihenfolge innerhalb dieser Listen bestimmt auch, in welcher Reihenfolge die Knoten und Kanten durchfahren werden müssen.

In einem gültigen Auftrag muss mindestens ein Knoten vorhanden sein. Die Anzahl der zulässigen Kanten ist exakt die Anzahl der Knoten minus eins.

Der erste Knoten eines Auftrags muss für das FTF trivial erreichbar sein. Das bedeutet entweder, dass das FTF bereits auf dem Knoten steht oder dass sich das FTF im Abstandsbe-
 reich des Knotens befindet.

Knoten und Kanten haben beide ein boolesches Attribut „released“. Wenn ein Knoten oder eine Kante freigegeben wird, wird erwartet, dass das FTF diesen Knoten oder diese Kante durchquert. Wenn ein Knoten oder eine Kante nicht freigegeben wird, darf das FTF diese nicht überqueren.

Eine Kante kann nur freigegeben werden, wenn sowohl der Start- als auch der Endknoten der Kante freigegeben sind.

Nach einer nicht freigegebenen Kante können keine freigegebenen Knoten oder Kanten in der Reihenfolge folgen.

Die Menge der freigegebenen Knoten und Kanten wird als Basis (engl. „Base“) bezeichnet. Die Menge der nicht freigegebenen Knoten und Kanten wird als Horizont (engl. „Horizon“) bezeichnet.

Ein Auftrag kann auch ohne „Horizon“ gesendet werden.

Eine Auftragsmeldung beschreibt nicht unbedingt den vollständigen Transportauftrag. Für die Verkehrssteuerung und zur Unterbringung ressourcenbeschränkter Fahrzeuge kann der vollständige Transportauftrag (der aus vielen Knoten und Kanten bestehen kann) in viele Unteraufträge aufgeteilt werden, die über ihre orderId und orderUpdateId miteinander verbunden sind. Der Prozess der Aktualisierung eines Auftrags wird im nächsten Abschnitt beschrieben.

6.6.2 Aufträge und Aktualisierung von Aufträgen

Für die Verkehrssteuerung umfasst das order-Topic nur den Weg zu einem Entscheidungspunkt. Vor dem Erreichen des Entscheidungspunktes sendet die Leitsteuerung einen aktualisierten Pfad mit zusätzlichen Pfadsegmenten. Um dem FTF mitzuteilen, was es nach Erreichen des Entscheidungspunktes wahrscheinlich tun muss, besteht ein Auftrag aus zwei separaten Teilen:

- Fahrt zum Entscheidungspunkt Basis (engl. „Base“): Die „Base“ ist die fest definierte Fahrroute, die das FTF fährt. Alle Knoten und Kanten der Fahrroute „Base“ sind bereits von der Leitsteuerung für das Fahrzeug freigegeben.
- Voraussichtliche Fahrt ab dem Entscheidungspunkt Horizont (engl. „Horizon“): Der „Horizon“ ist die Fahrroute, die das FTF wahrscheinlich fahren wird, wenn kein Stau auftritt. Die Fahrroute „Horizon“ ist noch nicht von der Leitsteuerung freigegeben. Das FTF wird aber zunächst nur bis zum letzten Knoten der Fahrroute „Base“ fahren.

Da es sich bei MQTT um ein asynchrones Protokoll handelt und die Übertragung mittels WLAN als nicht zuverlässig anzusehen ist, ist es wichtig, zu beachten, dass die „Base“ nicht mehr geändert werden kann. Die Leitsteuerung kann somit davon ausgehen, dass die „Base“ vom FTF ausgeführt wird. In einem späteren Abschnitt wird ein Vorgehen zur Stornierung eines Auftrags beschrieben, dieses ist aber aufgrund von den oben genannten Kommunikationsbeschränkungen ebenfalls als unzuverlässig anzusehen.

Die Leitsteuerung hat die Möglichkeit, die Fahrbefehle der Fahrroute „Horizon“ zu ändern. Bevor das FTF über die Fahrroute „Base“ am Entscheidungspunkt angekommen ist, wird die Leitsteuerung eine aktualisierte Fahrroute an das FTF schicken, in der die weiteren Knoten beinhaltet sind. Das Vorgehen zur Änderung der Fahrroute „Horizon“ ist in Abbildung 4 dargestellt.

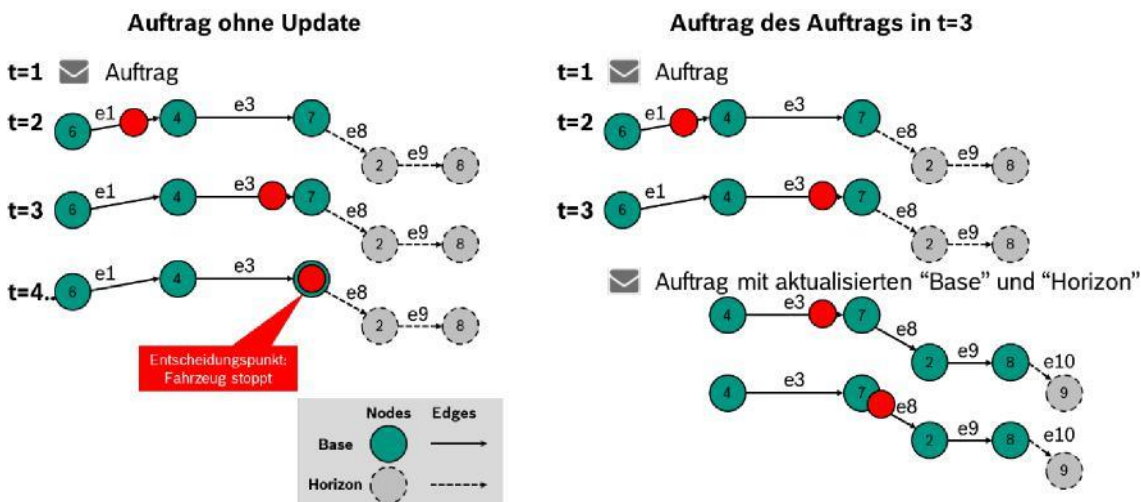


Abbildung 4 Auftrag ohne (links) und mit Aktualisierung (rechts) (e3 wird nicht mit der Aktualisierung des Auftrags in t=3 gesendet)

In Abbildung 4 wird zum Zeitpunkt $t = 1$ ein erster Auftrag von der Leitstelle gesendet. Abbildung 5 zeigt den Pseudocode eines möglichen Auftrags. Aus Gründen der Lesbarkeit wurde hier auf ein vollständiges JSON-Beispiel verzichtet.

```
{
  orderId: "1234"
  orderUpdateId: 0,
  nodes: [
    6 {released: True},
    4 {released: True},
    7 {released: True},
    2 {released: False},
    8 {released: False}
  ],
  edges: [
    e1 {released: True},
    e3 {released: True},
    e8 {released: False},
    e9 {released: False}
  ]
}
```

Abbildung 5 Pseudocode eines Auftrags

Zum Zeitpunkt $t = 3$ wird der Auftrag durch das Senden einer Erweiterung des Auftrags aktualisiert (vgl. Beispiel in Abbildung 6). Zu beachten ist, dass die "orderUpdateId" hochgezählt wird und dass der erste Knoten der Auftragsaktualisierung dem letzten freigegebenen Basis-knoten der vorangegangenen order-Nachricht entspricht.

Hierdurch wird sichergestellt, dass das FTF die Auftragsaktualisierung auch ausführen kann, d.h. dass der erste Knoten der Auftragsaktualisierung über die Ausführung der dem FTF bereits bekannten Kanten erreichbar ist.

```
{
  orderId: 1234,
  orderUpdateId: 1,
  nodes: [
    7 {released: True},
    2 {released: True},
    8 {released: True},
    9 {released: False}
  ],
  edges: [
    e8 {released: True},
    e9 {released: True},
    e10 {released: False}
  ]
}
```

Abbildung 6 Pseudocode einer Auftragsaktualisierung. Bitte Änderung der „orderUpdateId“ beachten

Dieses Vorgehen ist auch dann hilfreich, wenn ein "orderUpdate" (z.B. wegen einer unzuverlässigen WLAN-Übertragung) verloren geht. Das FTF kann jederzeit prüfen, ob der letzte bekannte Basisknoten die gleiche "nodeId" (sowie „nodeSequencId“, dazu später mehr) wie der erste neue Basisknoten hat.

Weiterhin ist zu beachten, dass in diesem Beispiel der Knoten 7 der einzige Basisknoten ist, der erneut gesendet wird. Für Aktionen, Abweichungsbereiche o.ä. muss das FTF die im ersten Auftrag angegebene Reihenfolge der Anweisungen verwenden (Abbildung 5, orderUpdateId 0).

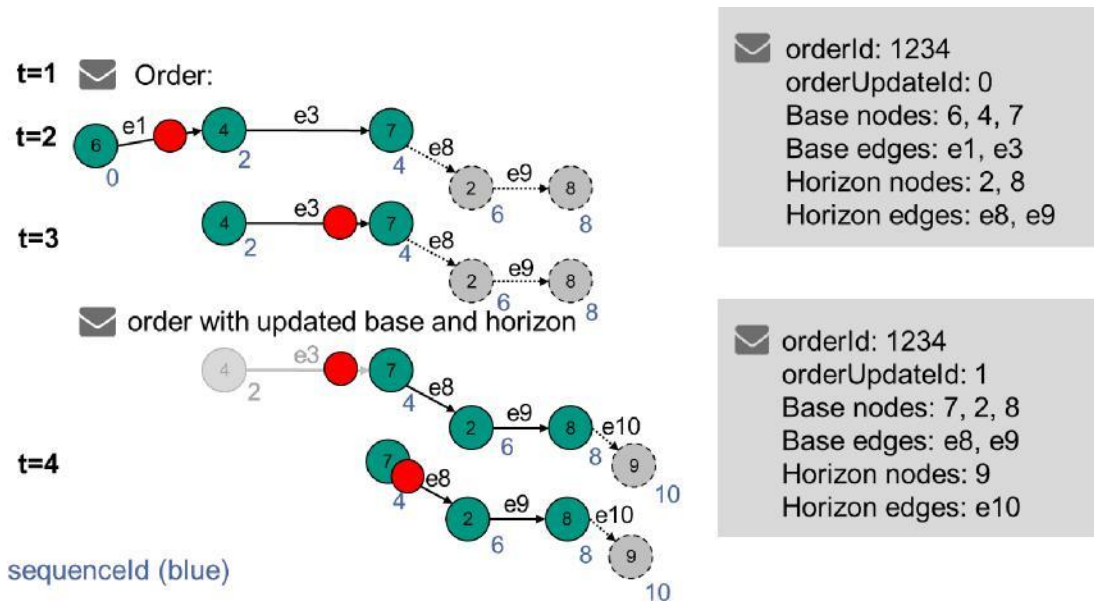


Abbildung 7 Regulärer Aktualisierungsprozess - Auftragserweiterung

Die Erweiterung eines regulären Auftrags wird in Abbildung 7 dargestellt. Sie zeigt die Informationen, die im Rahmen der Aktualisierung dem FTF übermittelt werden. Die „orderId“ bleibt hierbei gleich, während die „orderUpdateId“ erhöht wird.

Der letzte Knoten der bisherigen „Base“ ist der erste Basisknoten des aktualisierten Auftrags. Mit diesem Knoten kann das FTF den aktualisierten Auftrag dem bisherigen Auftrag hinzufügen („Stitching“). Die anderen Knoten und Kanten aus der vorherigen „Base“ werden nicht erneut versendet.

Die Leitsteuerung hat die Möglichkeit, Änderungen am Horizont vorzunehmen, indem sie ganz andere Knoten als neue Basis sendet. Der Horizont kann auch gelöscht werden.

Um Schleifen in der Reihenfolge zu ermöglichen (z.B. von Knoten 1 zu 2 und dann wieder zurück zu 1), wird dem Knoten- und Kantenobjekt eine „sequenceld“ zugewiesen. Diese „sequenceld“ verläuft über die Knoten und Kanten, wobei der erste Knoten eines Auftrags mit der Kennung „0“ beginnt. Die erste Kante erhält dann den Wert „1“, der zweite Knoten den Wert „2“ und so weiter, so dass eine leichtere Verfolgung des Auftragsfortschritts ermöglicht wird.

Sobald eine „sequenceld“ einmal zugewiesen wurde, ändert sie sich bei Auftragsaktualisierungen nicht mehr (siehe Abbildung 7). Dies ist notwendig, um auf der FTF-Seite festzustellen, auf welchen Knoten sich die Leitsteuerung bezieht.

Abbildung 8 beschreibt den Prozess der Annahme eines Auftrags oder einer Auftragsaktualisierung.

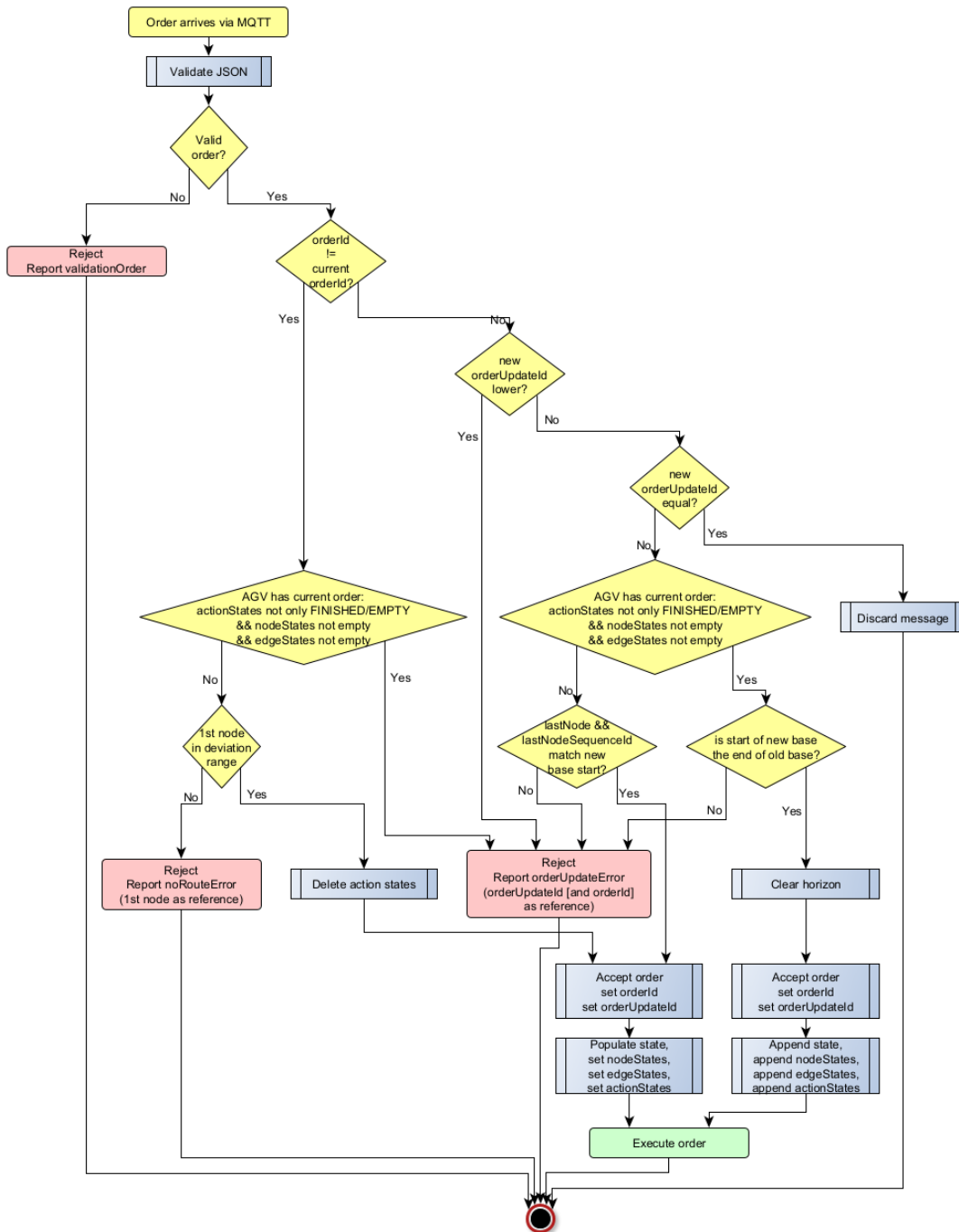


Abbildung 8 Prozessbeschreibung zur Bestätigung einer Auftragsaktualisierung

6.6.3 Stornieren eines Auftrags (durch die Leitsteuerung)

Im Falle einer notwendigen Änderung der Basisknoten muss der Auftrag mit der Sofortaktion Auftragsabbruch ("instantAction cancelOrder") storniert werden.

Nach Erhalt der instantAction cancelOrder hält das Fahrzeug an. Abhängig von den Fähigkeiten des FTF kann dies dort sein, wo es sich nach einem eingeleiteten Bremsmanöver befindet, oder ggf. erst am nächsten Knoten.

Sollten auf diesem Knoten Aktionen geplant sein, müssen diese abgebrochen werden und das FTF sollte in seiner Statusmeldung "fehlgeschlagen" („actionStatus failed“) zurückmelden.

Wenn eine Aktion nicht unterbrochen werden kann, soll der Status dieser Aktion dies widerspiegeln, indem der entsprechende Status zurückgemeldet wird ("actionState running", sofern die Aktion tatsächlich noch läuft) beziehungsweise jeden anderweitigen Status ("beendet" im Fall von erfolgreich, "fehlgeschlagen" im Fall von nicht erfolgreich).

Die „orderId“ sowie „orderUpdateId“ werden beibehalten. Abbildung 9 zeigt das erwartete Verhalten für verschiedene FTF-Fähigkeiten.

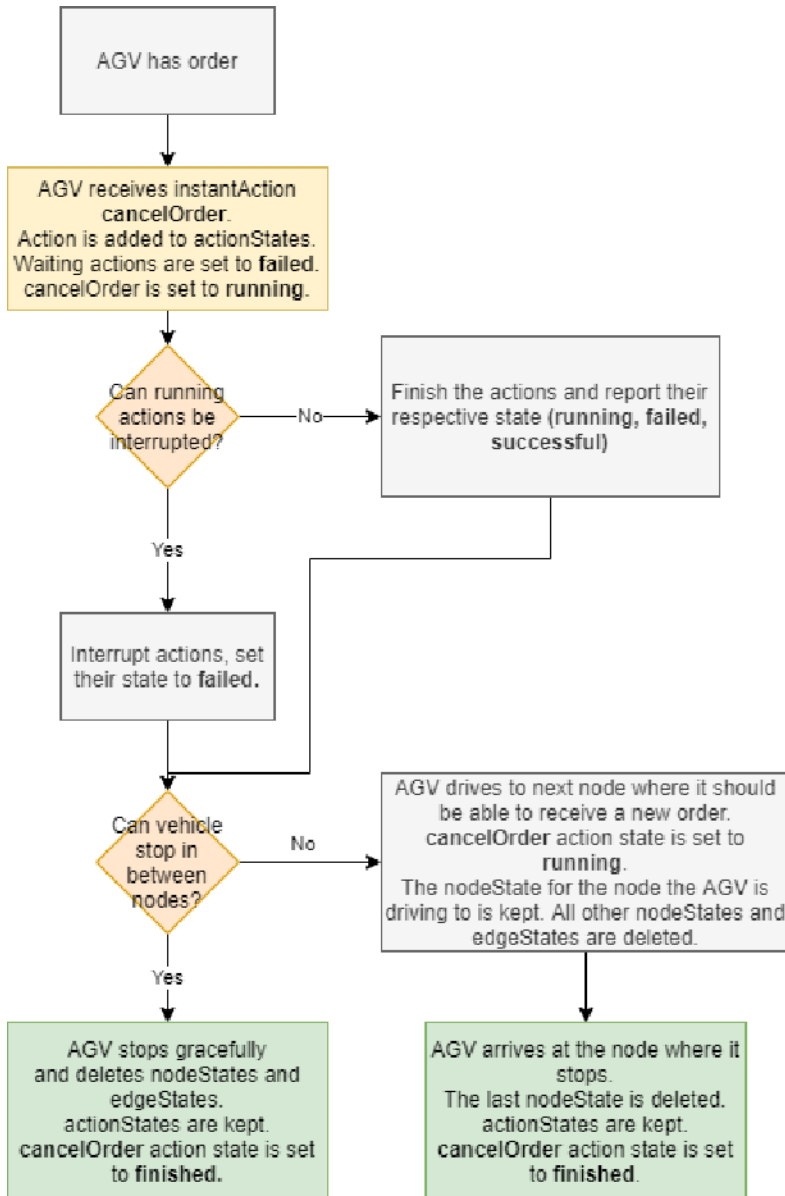


Abbildung 9 Erwartetes Verhalten nach der Stornierung eines Auftrags

6.6.3.1 Empfangen eines neuen Auftrags nach einer Stornierung

Nach dem Stornieren eines Auftrags muss sich das Fahrzeug in einem Zustand befinden, in dem es einen neuen Auftrag entgegennehmen kann.

Im Falle eines FTF, das sich über ein Tag auf Knoten lokalisiert, muss der neue Auftrag an dem Knoten beginnen, auf dem das FTF zu diesem Zeitpunkt steht (siehe auch Abbildung 8).

Im Falle eines FTF, das zwischen zwei Knoten anhalten kann, liegt die Entscheidung bei der Leitsteuerung, wie bzw. wo der nächste Auftrag gestartet werden soll. Das FTF muss beide Methoden akzeptieren.

Es gibt zwei Möglichkeiten:

- Senden eines Auftrags, bei dem der erste Knoten ein temporärer Knoten ist, der an der Stelle positioniert ist, an der das FTF gerade steht. Das FTF muss in diesem Fall in der Lage sein, zu erkennen, dass dieser Knoten problemlos erreichbar ist und den Auftrag annehmen.
- Senden eines Auftrags, bei dem der erste Knoten dem letzten durchquerten Knoten des vorherigen Auftrags entspricht. In diesem Fall muss der zulässige Abweichungsbereich so groß angegeben werden, dass die aktuelle Position des FTF innerhalb dieses Bereichs liegt. Somit kann es diesen Knoten als durchfahrenen Knoten erkennen und den Auftrag annehmen.

6.6.3.2 Empfangen einer Stornierung eines Auftrags, wenn das FTF über keinen Auftrag verfügt

Wenn das FTF den Befehl Auftragsabbruch (cancelOrder) erhält, das FTF aber derzeit über keinen Auftrag verfügt oder der vorherige Auftrag bereits storniert wurde, muss der Auftragsabbruch als fehlgeschlagen zurückgemeldet werden.

Das FTF muss in diesem Fall die Fehlermeldung „noOrderToCancel“ zurückmelden, wobei der Status „errorLevel“ auf Warnung gesetzt wird. Die actionId der instantAction muss als errorReference übergeben werden.

6.6.4 Ablehnung eines Auftrags

Es sind mehrere Situationen denkbar, in denen ein Auftrag („order“) abgelehnt werden muss. Diese werden ebenfalls in Abbildung 8 erläutert.

6.6.4.1 Das Fahrzeug erhält einen fehlerhaft aufgebaute order.

Empfehlung:

1. Das Fahrzeug übernimmt die neue Reihenfolge NICHT in seinen internen Puffer.
2. Das Fahrzeug meldet die Warnung „validationError“.
3. Die Warnung muss wiederholt gemeldet werden, bis das Fahrzeug einen neuen Auftrag angenommen hat.

6.6.4.2 Das Fahrzeug erhält eine order mit Aktionen, die es nicht ausführen kann (z.B. Hubhöhe höher als maximale Hubhöhe, oder Hubaktionen obwohl kein Hub verbaut), oder mit Feldern, die es nicht benutzen kann (z.B. Trajektorie)

Empfehlung:

1. Das Fahrzeug übernimmt den neuen Auftrag NICHT in seinen internen Puffer.
2. Das Fahrzeug meldet die Warnung „orderError“ mit Angabe der fehlerhaften Felder als Referenz.
3. Die Warnung muss wiederholt gemeldet werden, bis das Fahrzeug einen neuen Auftrag angenommen hat.

6.6.4.3 Das Fahrzeug erhält einen neuen Auftrag mit derselben orderId, aber einer niedrigeren orderUpdateld als die aktuelle orderUpdateld

Empfehlung:

1. Das Fahrzeug übernimmt den neuen Auftrag NICHT in seinen internen Zwischenspeicher.
2. Das Fahrzeug behält den BISHERIGEN Auftrag in seinem Zwischenspeicher.
3. Das Fahrzeug meldet die Warnung „orderUpdateError“.
4. Das Fahrzeug führt den bisherigen Auftrag weiter aus.

Wenn das FTF einen Auftrag mit derselben „orderId“ und „orderUpdateld“ doppelt erhält, wird der zweite Auftrag ignoriert. Dies kann passieren, wenn die Leitsteuerung den Auftrag erneut

sendet, weil es die Statusmeldung zu spät empfangen hat und sie nicht verifizieren konnte, ob der erste Auftrag empfangen wurde oder nicht.

6.6.5 Karten

Um eine durchgängige Navigation unter verschiedenen FTF-Typen zu gewährleisten, ist die Position in Bezug auf das projektspezifische Kartenkoordinatensystem anzugeben (siehe Abbildung 10). Für die Unterscheidung zwischen verschiedenen Ebenen wird eine eindeutige Kartenkennung (mapId) verwendet. Das Kartenkoordinatensystem ist als Rechtskoordinatensystem mit der z-Achse nach oben anzugeben. Eine positive Drehung ist daher als Drehung gegen den Uhrzeigersinn zu verstehen. Das Fahrzeugkoordinatensystem ist ebenfalls als Rechtskoordinatensystem mit der x-Achse in Vorzugsfahrtrichtung des Fahrzeugs und der z-Achse nach oben angegeben. Diese Definition entspricht Kapitel 2.11 in DIN ISO 8855.

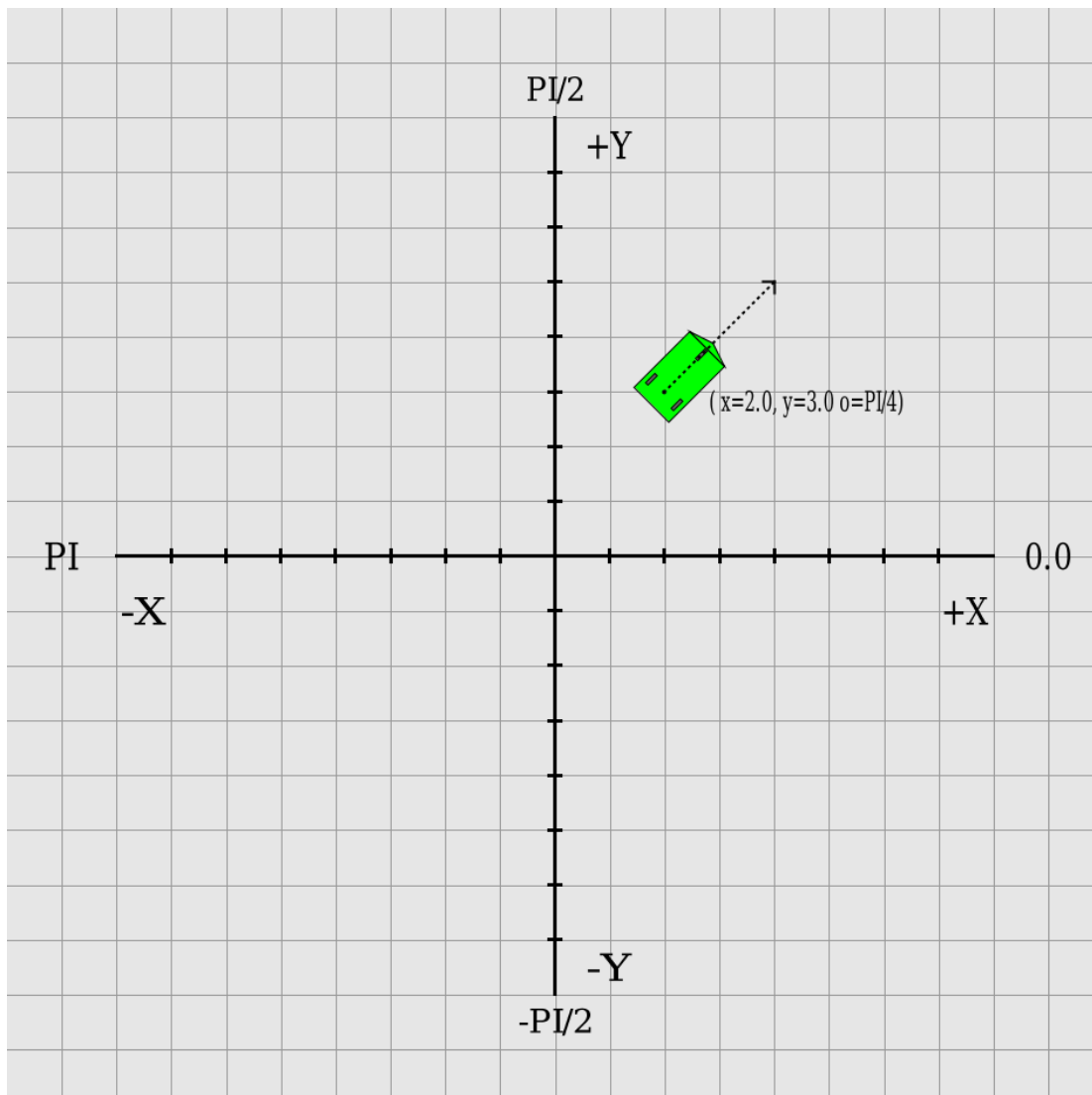


Abbildung 10 Koordinatensystem mit Muster-FTF und Orientierung

Die x-, y- und z-Koordinaten müssen in Metern angegeben werden. Die Orientierung muss im Bogenmaß erfolgen und innerhalb von $+\pi$ und $-\pi$ liegen.

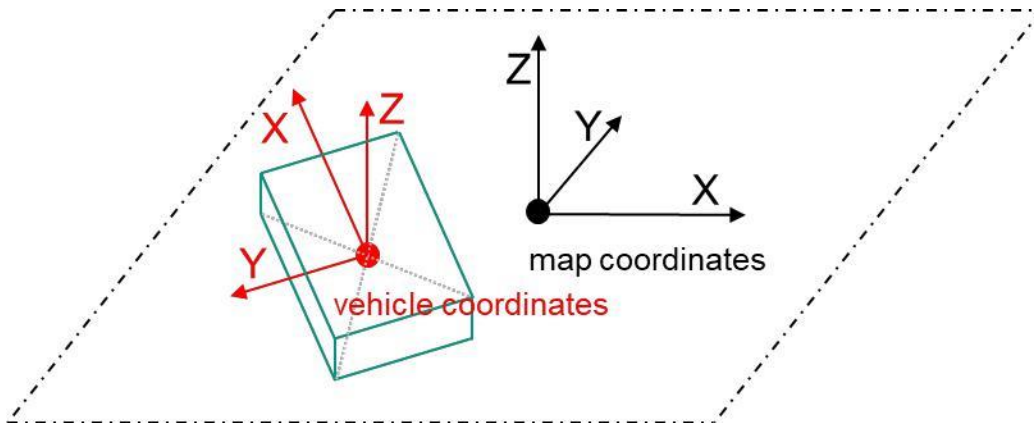


Abbildung 11 Koordinatensystem mit Muster-FTF und Orientierung

6.7 Implementierung der Auftragsmeldung („order“)

Objekt Struktur	Einheit	Daten-typ	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
headerId		uint32	Header ID of the message. The headerId is defined per topic and incremented by 1 with each sent (but not necessarily received) message.	Header-ID der Nachricht. Die headerId wird pro Topic definiert und mit jeder gesendeten (aber nicht notwendigerweise empfangenen) Nachricht um 1 hochgezählt.
timestamp		string	Timestamp (ISO 8601, UTC); YYYY-MM-DDTHH:mm:ss.ssZ (e.g. "2017-04-15T11:40:03.12Z")	Zeitstempel (ISO 8601, UTC); JJJJ-MM-TTTSS:mm:ss.ssZ (z.B. "2017-04-15T11:40:03.12Z")
version		string	Version of the protocol [Major].[Minor].[Patch] (e.g. 1.3.2)	Version des Protokolls [Major].[Minor].[Patch] (z.B. 1.3.2)
manufacturer		string	Manufacturer of the AGV	Hersteller des FTF
serialNumber		string	Serial number of the AGV	Seriennummer des FTF
orderId		string	Order identification. This is to be used to identify multiple order messages that belong to the same order.	Auftragskennung. Sie dient dazu, mehrere Auftragsmeldungen zu identifizieren, die zu demselben Auftrag gehören.
orderUpdateId		uint32	Order update identification. Is unique per orderId. If an order update is rejected, this field is to be passed in the rejection message	Identifikation der Auftragsaktualisierung. Eindeutig pro orderId. Wenn eine Auftragsaktualisierung abgelehnt wird, ist dieses Feld in der Ablehnungsnachricht zu übergeben

Objekt Struktur	Einheit	Daten- typ	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
<i>zoneSetId</i>		string	Unique identifier of the zone set, that the AGV has to use for navigation or that was used by master control for planning. Optional: Some master control systems do not use zones. Some AGV do not understand zones. Do not add to message, if no zones are used.	Eindeutiger Bezeichner des Zonensatzes, den das FTF zur Navigation verwenden muss oder der von der Leitsteuerung zur Planung verwendet wurde. Optional: Einige Hauptsteuerungssysteme verwenden keine Zonen. Einige FTF verstehen keine Zonen. Nicht in die Meldung aufnehmen, wenn keine Zonen verwendet werden.
nodes [node]		array	Array of nodes objects to be traversed for fulfilling the order. One node is enough for a valid order. Leave edge list empty for that case.	Feld von Knotenobjekten, die durchlaufen werden müssen, um den Auftrag zu erfüllen. Für einen gültigen Auftrag aus ist die Angabe eines Knotens ausreichend. In diesem Fall wird die Liste der Kanten (edge list) nicht befüllt.
edges [edge]		array	Array of edge objects to be traversed for fulfilling the order. One node is enough for a valid order. Leave edge list empty for that case.	Feld von Kantenobjekten, die durchlaufen werden müssen, um den Auftrag zu erfüllen. Für einen gültigen Auftrag aus ist die Angabe eines Knotens ausreichend. In diesem Fall wird die Liste der Kanten (edge list) nicht befüllt.
node {		JSON-object		
nodeId		string	Unique node identification	Eindeutige Identifikation eines Knoten.

Objekt Struktur	Einheit	Daten- typ	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
sequenceld		uint32	Number to track the sequence of nodes and edges in an order and to simplify order updates. The main purpose is to distinguish between a node, which is passed more than once within one orderId. The variable sequenceld runs across all nodes and edges of the same order and is reset when a new orderId is issued.	Nummer zur Verfolgung der Reihenfolge der Knoten und Kanten in einem Auftrag und zur Vereinfachung von Auftragsaktualisierungen. Der Hauptzweck ist die Unterscheidung zwischen einem Knoten, der mehr als einmal innerhalb einer orderId übergeben wird. Die Variable sequenceld läuft über alle Knoten und Kanten desselben Auftrags und wird zurückgesetzt, wenn eine neue orderId ausgegeben wird.
nodeDescription		string	Additional information on the node	Zusätzliche Informationen zum Knoten.
released		boolean	"true" indicates that the node is part of the base. "false" indicates that the node is part of the horizon.	"true" bedeutet, dass der Knoten Teil der Basis ist. "false" zeigt an, dass der Knoten Teil des Horizonts ist.
nodePosition		JSON-object	Node position. Optional for vehicle-types that do not require the node position (e.g., line-guided vehicles).	Position des Knotens. Optional für Fahrzeugtypen, die die Knotenposition nicht benötigen (z.B. liniengeführte Fahrzeuge).
actions [action] {		array	Array of actions to be executed on a node. Empty array, if no actions required.	Feld von Aktionen, die an einem Knoten ausgeführt werden sollen. Leeres Feld, wenn keine Aktionen erforderlich sind.
nodePosition {		JSON-object	Defines the position on a map in a global project specific world coordinate system. Each floor has its own map. All maps must use the same project specific global origin.	Definiert die Position auf einer Karte in einem globalen projektspezifischen Weltkoordinatensystem. Jede Etage hat ihre eigene Karte. Alle Karten müssen denselben projektspezifischen globalen Ursprung verwenden.
x	m	float64	X-position on the map in reference to the map coordinate system. Precision is up to the specific implementation.	X-Position auf der Karte in Bezug auf das Kartenkoordinatensystem. Die Genauigkeit hängt von der jeweiligen Implementierung ab.

Objekt Struktur	Einheit	Daten- typ	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
<i>y</i>	m	float64	Y-position on the map in reference to the map co-ordinate system. Precision is up to the specific implementation.	Y-Position auf der Karte in Bezug auf das Kartenkoordinatensystem. Die Genauigkeit hängt von der jeweiligen Implementierung ab.
<i>theta</i>	rad	float64	Range: [-Pi ... Pi] Absolute orientation of the AGV on the node. Optional: vehicle can plan the path by itself. If defined, the AGV has to assume the theta angle on this node. If previous edge disallows rotation, the AGV must rotate on the node. If following edge has a differing orientation defined but disallows rotation, the AGV is to rotate on the node to the edges desired rotation before entering the edge.	Bereich: [-Pi ... Pi] Absolute Ausrichtung des FTF auf dem Knoten. Optional: Das Fahrzeug kann den Weg selbständig planen. Falls definiert, muss das FTF den Theta-Winkel an diesem Knotenpunkt einnehmen. Wenn die vorherige Kante eine Drehung nicht zulässt, muss das FTF sich auf dem Knoten drehen. Wenn für die nachfolgende Kante eine abweichende Ausrichtung definiert ist, aber eine Drehung nicht erlaubt ist, muss das FTF auf dem Knoten die gewünschte Drehung der Kante annehmen, bevor es die Kante befährt.
<i>allowedDeviationXY</i>		float64	Indicates how exact an AGV has to drive over a node in order for it to count as traversed. If = 0: no deviation is allowed (no deviation means within the normal tolerance of the AGV manufacturer). If > 0: allowed deviation-radius in meters. If the AGV passes a node within the deviation-radius, the node is considered to have been traversed.	Gibt die Genauigkeit, mit der ein FTF über einen Knoten fahren muss, damit er als überfahren gilt, an. Wenn = 0: keine Abweichung ist erlaubt (keine Abweichung bedeutet innerhalb der normalen Toleranz des FTF-Herstellers). Wenn > 0: erlaubter Abweichungsradius in Metern. Wenn das FTF einen Knoten innerhalb des Abweichungsradius passiert, gilt der Knoten als überfahren.
<i>allowedDeviationTheta</i>		float64	Range: [0 ... Pi] Indicates how big the deviation of theta angle can be. The lowest acceptable angle is theta - allowedDeviationTheta and the highest acceptable angle is theta + allowedDeviationTheta.	Bereich: [0 ... Pi] Gibt an, wie groß die Abweichung des Theta-Winkels sein darf. Der kleinste zulässige Winkel ist theta - allowedDeviationTheta und der größte zulässige Winkel ist theta + allowedDeviationTheta.

Objekt Struktur	Einheit	Daten- typ	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
mapId		string	Unique identification of the map in which the position is referenced. Each map has the same project specific global origin of coordinates. When an AGV uses an elevator, e.g., leading from a departure floor to a target floor, it will disappear off the map of the departure floor and spawn in the related lift node on the map of the target floor.	Eindeutige Identifikation der Karte, in der die Position referenziert wird. Jede Karte hat denselben projektspezifischen globalen Koordinaten-Ursprung. Wenn ein FTF einen Aufzug benutzt, der z.B. von einer Abfahrtsetage zu einer Zieletage führt, verschwindet es aus der Karte der Abfahrtsetage und taucht im zugehörigen Aufzugsknoten auf der Karte der Zieletage auf.
<i>mapDescription</i> {		string	Additional information on the map.	Zusätzliche Informationen zur Karte.
action {		JSON-object	Describes an action that the AGV can perform.	Beschreibt eine Aktion, die das FTF ausführen kann.
actionType		string	Name of action as described in the first column of "Actions and Parameters". Identifies the function of the action.	Name der Aktion wie in der ersten Spalte von "Aktionen und Parameter" beschrieben. Bezeichnet die Funktion der Aktion.
actionId		string	Unique ID to identify the action and map them to the actionState in the state. Suggestion: Use UUIDs.	Eindeutige ID zur Identifizierung der Aktion und deren Zuordnung zum actionState im Status. Vorschlag: Verwenden Sie UUIDs.
<i>actionDescription</i>		string	Additional information on the action	Zusätzliche Informationen zur Aktion.
blockingType		string	Enum {NOTE, SOFT, HARD}: NONE: allows driving and other actions; SOFT: allows other actions, but not driving; HARD: is the only allowed action at that time.	Enum {NOTE, SOFT, HARD}: NONE: erlaubt das Fahren und andere Aktionen; SOFT: erlaubt andere Aktionen, aber nicht das Fahren; HARD: ist die einzige zu diesem Zeitpunkt erlaubte Aktion.
<i>actionParameters [action-Parameter]</i> {		array	Array of actionParameter-objects for the indicated action, e.g., deviceId, loadId, external Triggers. See "Actions and Parameters"	Feld von actionParameter-Objekten für die angegebene Aktion, z. B. deviceId, loadId, externe Auslöser. Siehe "Aktionen und Parameter".

Objekt Struktur	Einheit	Daten- typ	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
edge {		JSON- object	Directional connection between two nodes.	Richtungsgebundene Verbindung zwischen zwei Knotenpunkten.
edgeld		string	Unique edge identification.	Eindeutige Kantenidentifikation.
sequenceld		Integer	Number to track the sequence of nodes and edges in an order and to simplify order updates. The variable sequenceld runs across all nodes and edges of the same order and is reset when a new orderId is issued.	Nummer zur Verfolgung der Reihenfolge der Knoten und Kanten in einem Auftrag und zur Vereinfachung von Auftragsaktualisierungen. Die Variable sequenceld gilt für alle Knoten und Kanten desselben Auftrags und wird zurückgesetzt, wenn eine neue orderId ausgegeben wird.
<i>edgeDescription</i>		string	Additional information on the edge.	Zusatzinformationen zur Kante.
released		boolean	"true" indicates that the edge is part of the base. "false" indicates that the edge is part of the horizon.	"true" bedeutet, dass die Kante Teil der Basis ist. "false" bedeutet, dass die Kante Teil des Horizonts ist.
startNodeid		string	nodeid of startNode.	nodeid von startNode.
endNodeid		string	nodeid of endNode.	nodeid von endNode.
<i>maxSpeed</i>	m/s	float64	Permitted maximum speed on the edge. Speed is defined by the fastest measurement of the vehicle.	Zulässige Höchstgeschwindigkeit an der Kante. Die Geschwindigkeit wird durch die schnellste Messung beim Fahrzeug definiert.
<i>maxHeight</i>	m	float64	Permitted maximum height of the vehicle, including the load, on edge.	Zulässige maximale Höhe des Fahrzeugs, einschließlich der Ladung, auf der Kante.
<i>minHeight</i>	m	float64	Permitted minimal height of the load handling device on the edge.	Zulässige Mindesthöhe des Ladegeräts an der Kante.

Objekt Struktur	Einheit	Daten- typ	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
<i>orientation</i>	rad	float64	<p>Orientation of the AGV on the edge. The value <i>orientationType</i> defines if it has to be interpreted relative to the global project specific map coordinate system or tangential to the edge. In case of interpreted tangential to the edge 0.0 = forwards and PI = backwards.</p> <p>Example: orientation Pi/2 rad will lead to a rotation of 90 degrees.</p> <p>If AGV starts in different orientation, rotate the vehicle on the edge to the desired orientation if rotationAllowed is set to "true".</p> <p>If rotationAllowed is "false", rotate before entering the edge.</p> <p>If that is not possible, reject the order.</p> <p>If no trajectory is defined, apply the rotation to the direct path between the two connecting nodes of the edge.</p> <p>If a trajectory is defined for the edge, apply the orientation to the trajectory.</p>	<p>Orientierung des FTF an der Kante. Der Wert <i>orientationType</i> legt fest, ob er relativ zum globalen projektspezifischen Kartenkoordinatensystem oder tangential zur Kante interpretiert werden muss. Bei der Interpretation tangential zur Kante ist 0.0 = vorwärts und PI = rückwärts.</p> <p>Beispiel: Orientierung Pi/2 rad führt zu einer Drehung von 90 Grad.</p> <p>Startet das FTF in einer anderen Ausrichtung, wird das Fahrzeug an der Kante in die gewünschte Ausrichtung gedreht, wenn rotationAllowed auf "true" gesetzt ist.</p> <p>Wenn rotationAllowed auf "false" gesetzt ist, muss das Fahrzeug gedreht werden, bevor es die Kante erreicht.</p> <p>Ist dies nicht möglich ist, soll der Auftrag verworfen werden.</p> <p>Ist keine Trajektorie definiert, wird die Drehung auf dem direkten Weg zwischen den beiden Verbindungsknoten der Kante angewendet.</p> <p>Wenn für die Kante eine Trajektorie definiert ist, wird die Ausrichtung auf die Trajektorie angewendet.</p>
<i>orientationType</i>		string	<p>Enum {GLOBAL, TANGENTIAL}:</p> <p>GLOBAL : relative to the global project specific map coordinate system;</p> <p>TANGENTIAL : tangential to the edge.</p> <p>If not defined, the default value is "TANGENTIAL".</p>	<p>Enum {GLOBAL, TANGENTIAL}:</p> <p>GLOBAL : relativ zum globalen projektspezifischen Kartenkoordinatensystem;</p> <p>TANGENTIAL : tangential zur Kante.</p> <p>Wenn nicht definiert, ist der Standardwert "TANGENTIAL".</p>

Objekt Struktur	Einheit	Daten- typ	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
<i>direction</i>		string	Sets direction at junctions for line-guided or wire-guided vehicles, to be defined initially (vehicle-individual). Examples: left, right, straight, 433MHz.	Legt Fahrzeug-individuell die Richtung an Kreuzungen für leitungsgebundene oder drahtgebundene Fahrzeuge fest, die zu Beginn definiert werden muss. Beispiele: links, rechts, gerade, 433MHz.
<i>rotationAllowed</i>		boolean	"true": rotation is allowed on the edge. "false": rotation is not allowed on the edge. Optional: No limit, if not set.	"true": Die Drehung ist an der Kante erlaubt. "false": Die Drehung ist an der Kante nicht erlaubt. Optional: Keine Begrenzung, wenn nicht festgelegt.
<i>maxRotation-Speed</i>	rad/s	float64	Maximum rotation speed Optional: No limit, if not set.	Maximale Drehgeschwindigkeit Optional: Keine Begrenzung, wenn nicht festgelegt.
<i>trajectory</i>		JSON-object	Trajectory JSON-object for this edge as a NURBS. Defines the curve, on which the AGV should move between startNode and endNode. Optional: Can be omitted, if AGV cannot process trajectories or if AGV plans its own trajectory.	Trajektorie JSON-Objekt für diese Kante als NURBS. Definiert die Kurve, auf der sich das FTF zwischen startNode und endNode bewegen soll. Optional: Kann weggelassen werden, wenn FTF keine Trajektorien verarbeiten kann oder wenn FTF seine eigene Trajektorie plant.
<i>length</i>	m	float64	Length of the path from startNode to endNode Optional: This value is used by line-guided AGV to decrease their speed before reaching a stop position.	Länge des Pfades von startNode zu endNode Optional: Dieser Wert wird von spurgeführten FTF verwendet, um ihre Geschwindigkeit zu verringern, bevor sie eine Halteposition erreichen.

Objekt Struktur	Einheit	Daten- typ	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
action [action] }		array	Array of actionIds to be executed on the edge. Empty array, if no actions required. An action triggered by an edge will only be active for the time that the AGV is traversing the edge which triggered the action. When the AGV leaves the edge, the action will stop and the state before entering the edge will be restored.	Feld von actionIds, die an der Kante ausgeführt werden sollen. Das Feld bleibt leer, wenn keine Aktionen erforderlich sind. Eine durch eine Kante ausgelöste Aktion ist nur für die Zeit aktiv, in der das FTF die Kante, die die Aktion ausgelöst hat, überquert. Verlässt das FTF die Kante, wird die Aktion gestoppt und der Zustand vor dem Befahren der Kante wird wiederhergestellt.
trajectory {		JSON-object		
degree		float64	Range: [1 ... infinity] Defines the number of control points that influence any given point on the curve. Increasing the degree increases continuity. If not defined, the default value is 1.	Bereich: [1 ... unendlich] Legt die Anzahl der Kontrollpunkte fest, die einen bestimmten Punkt der Kurve beeinflussen. Ein höherer Grad erhöht die Kontinuität. Wenn nicht definiert, ist der Standardwert 1.
knotVector [float64]		array	Range: [0.0 ... 1.0] Sequence of parameter values that determines where and how the control points affect the NURBS curve. knotVector has size of number of control points + degree + 1.	Bereich: [0.0 ... 1.0] Abfolge von Parameterwerten, die bestimmt, wo und wie die Kontrollpunkte die NURBS-Kurve beeinflussen. knotVector hat die Größe der Anzahl der Kontrollpunkte + Grad + 1.
controlPoints [controlPoint] }		array	List of JSON controlPoint objects defining the control points of the NURBS, which includes the beginning and end point.	Liste von JSON controlPoint-Objekten, die die Kontrollpunkte des NURBS definieren, einschließlich des Anfangs- und Endpunkts.
controlPoint {		JSON-object		
x		float64	X coordinate described in the world coordinate system.	X-Koordinate, angegeben im Weltkoordinatensystem.
y		float64	Y coordinate described in the world coordinate system.	Y-Koordinate, angegeben im Weltkoordinatensystem.

Objekt Struktur	Einheit	Daten- typ	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
<i>weight</i>		float64	Range: (0 ... infinity) The weight, with which this control point pulls on the curve. When not defined, the default will be 1.0.	Bereich: (0 ... unendlich) Das Gewicht, mit dem dieser Kontrollpunkt auf die Kurve einwirkt. Wenn nicht definiert, ist der Standardwert 1.0.
}				

6.8 Aktionen (engl. „Actions“)

Wenn das FTF andere Aktionen als das Fahren unterstützt, werden diese Aktionen über das Aktionsfeld ausgeführt, das entweder an einen Knoten oder eine Kante angefügt ist, oder über das separate „Topic“ „instantActions“ gesendet wird (siehe 6.9).

Aktionen, die auf einer Kante ausgeführt werden sollen, dürfen nur ausgeführt werden, wenn sich das FTF auf dieser Kante befindet (siehe 6.10.2).

Aktionen, die auf Knoten ausgelöst werden, können so lange ausgeführt werden, wie sie ausgeführt werden müssen. Aktionen auf Knoten sollten selbstbeendend sein (z.B. ein Audiosignal, das fünf Sekunden dauert, oder eine Pick-Aktion, die nach dem Aufnehmen einer Last abgeschlossen ist) oder paarweise formuliert werden (z.B. WarningLights aktivieren und WarningLights deaktivieren), obwohl es Ausnahmen geben kann.

Im folgenden Abschnitt werden vordefinierte Aktionen dargestellt, die vom FTF verwendet werden müssen, wenn die FTF-Funktionen der Aktionsbeschreibung zugeordnet sind. Gibt es eine sinnvolle Möglichkeit, die definierten Parameter zu verwenden, müssen sie verwendet werden. Zusätzliche Parameter können definiert werden, wenn sie zum erfolgreichen Ausführen einer Aktion erforderlich sind.

Wenn es keine Möglichkeit gibt, einer der Aktionen des folgenden Abschnitts eine Aktion zuzuordnen, kann der FTF-Hersteller zusätzliche Aktionen definieren, die vom Leitsystem verwendet werden müssen.

6.8.1 Vordefinierte Aktionen, ihre Definitionen, Parameter, Auswirkungen und ihr Umfang

Allgemein							scope		
Aktion (engl. action)	Gegenaktion (engl. counter action)	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]	important	Parameter	linked state	instant	node	edge
startPause	stopPause	Activates the pause mode. A linked state is required, because many AGV can be paused by using a hardware switch. No more AGV driving movements - reaching next node is not necessary. Actions can continue. Order is resumable.	Aktiviert den Pausenmodus. Ein verlinkter Zustand ist erforderlich, da viele FTF über einen Hardware-Schalter pausiert werden können. Keine weiteren FTF-Fahrbewegungen - das Erreichen des nächsten Knotens ist nicht erforderlich. Aktionen können fortgesetzt werden. Auftrag ist wiederaufnehmbar.	yes	-	paused	yes	no	no
stopPause	startPause	Deactivates the pause mode. Movement and all other actions will be resumed (if any). A linked state is required because many AGV can be paused by using a hardware switch. stopPause can also restart vehicles that were stopped with a hardware button that triggered startPause (if configured).	Deaktiviert den Pausenmodus. Die Bewegung und alle anderen Aktionen werden wieder aufgenommen (falls vorhanden). Ein verlinkter Zustand ist erforderlich, da viele FTF mit einem Hardware-Schalter angehalten werden können. Mit stopPause können auch Fahrzeuge neu gestartet werden, die mit einem Hardware-Schalter angehalten wurden, der startPause ausgelöst hat (sofern konfiguriert).	yes	-	paused	yes	no	no
startCharging	stopCharging	Activates the charging process. Charging can be done on a charging spot (vehicle standing) or on a charging lane (while driving). Protection against overcharging is responsibility of the vehicle.	Aktiviert den Ladevorgang. Der Ladevorgang kann an einer Ladestation (stehendes Fahrzeug) oder auf einer Ladespur (während der Fahrt) erfolgen. Der Schutz vor Überladung liegt in der Verantwortung des Fahrzeugs.	yes	-	.batteryState. charging	yes	yes	no

Allgemein							scope		
Aktion (engl. action)	Gegenaktion (engl. counter action)	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]	important	Parameter	linked state	instant	node	edge
stopCharging	startCharging	Deactivates the charging process to send a new order. The charging process can also be interrupted by the vehicle / charging station, e.g., if the battery is full. Battery state is only allowed to be "false", when AGV is ready to receive orders.	Deaktiviert den Ladevorgang, um einen neuen Auftrag zu senden. Der Ladevorgang kann auch durch das Fahrzeug / die Ladestation unterbrochen werden, z.B. wenn die Batterie voll ist. Der Batteriestatus darf nur dann "false" sein, wenn das FTF bereit ist, Aufträge zu empfangen.	yes	-	.batteryState. charging	yes	yes	no
initPosition	-	Resets (overrides) the pose of the AGV with the given parameters.	Setzt die Position des FTF mit den angegebenen Parametern zurück (überschreibt sie).	yes	x (float64) y (float64) theta (float64) mapId (string) lastNodeId (string)	.agvPosition.x .agvPosition.y .agvPosition.theta .agvPosition.mapId .lastNodeId	yes	yes (Elevator)	no
stateRequest	-	Requests the AGV to send a new state report.	Fordert das FTF auf, einen neuen Zustandsbericht zu senden.	yes	-	-	yes	no	no
logReport	-	Requests the AGV to generate and store a log report.	Fordert das FTF auf, einen Protokollbericht zu erstellen und zu speichern.	yes	reason (string)	-	yes	no	no
pick	drop (if automated)	Request the AGV to pick a load. AGV with multiple load handling devices can process multiple pick operations in parallel. In this case, the parameter lhd needs to be present (e.g. LHD1). The parameter stationType informs how the pick operation is handled in detail (e.g., floor location, rack location, passive conveyor, active conveyor, etc.). The load type informs about the load unit and can be used to switch field for example (e.g., EPAL, INDU, etc). For preparing the load handling	Aufforderung an das FTF, eine Last zu übernehmen. FTF mit mehreren Lastaufnahmemitteln können mehrere Entnahmevorgänge parallel durchführen. In diesem Fall muss der Parameter lhd vorhanden sein (z.B. LHD1). Der Parameter stationType gibt an, wie der Entnahmevorgang im Einzelnen abgewickelt wird (z. B. Bodenplatz, Regalplatz, passives Förderband, aktives Förderband usw.). Der Lasttyp gibt Auskunft über	no	lhd (string, optional) stationType (string) stationName(string, optional) loadType (string) loadId(string, optional) height (float64) (optional) defines bottom of the load related to the floor depth (float64) (optional) for forklifts side(string) (optional) e.g. conveyor	.load	no	yes	yes

Allgemein							scope		
Aktion (engl. action)	Gegenaktion (engl. counter action)	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]	important	Parameter	linked state	instant	node	edge
		device (e.g., pre-lift operations based on the height parameter), the action could be announced in the horizon in advance. But, pre-Lift operations, etc., are not reported as running in the AGV state, because the associated node is not released yet. If on an edge, the vehicle can use its sensing device to detect the position for picking the node.	die Ladeeinheit und kann z.B. zum Umschalten des Feldes verwendet werden (z.B. EPAL, INDU, etc.). Zur Vorbereitung des Lastaufnahmемittels (z. B. Pre-Lift-Operationen auf der Grundlage des Höhenparameters) könnte die Aktion im Voraus am Horizont angekündigt werden. Pre-Lift-Vorgänge usw. werden jedoch im FTF-Zustand nicht als laufend gemeldet, da der zugehörige Knoten noch nicht freigegeben ist. Befindet sich das Fahrzeug an einer Kante, kann es mit seinem Sensor die Position für die Entnahme des Knotens ermitteln.						
drop	pick (if automated)	Request the AGV to drop a load. See action pick for more details.	Aufforderung an das FTF, eine Last abzuladen. Siehe Aktion Pick für weitere Details.	no	lhd (string, optional) stationType (string, optional) stationName (string, optional) loadType (string, optional) loadId(string, optional) height (float64, optional) depth (float64, optional)load	no	yes	yes
detectObject	-	AGV detects object (e.g. load, charging spot, free parking position).	FTF erkennt ein Objekt (z.B. Ladung, Ladestelle, freie Parkposition).	yes	objectType(string, optional)	-	no	yes	yes
finePositioning	-	On a node, AGV will position exactly on a target. The AGV is allowed to deviate from its node position. On an edge, AGV will e.g. align on stationary equipment while	An einem Knotenpunkt positioniert das FTF genau auf ein Ziel. Das FTF darf von seiner Knotenposition abweichen. An einer Kante wird sich das	yes	stationType(string, optional) stationName(string, optional)	-	no	yes	yes

Allgemein							scope		
Aktion (engl. action)	Gegenaktion (engl. counter action)	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]	important	Parameter	linked state	instant	node	edge
		traversing an edge. InstantAction: AGV starts positioning exactly on a target.	FTF z.B. an einem stationären Gerät ausrichten, während es eine Kante überfährt. InstantAction: FTF beginnt mit der exakten Positionierung auf ein Ziel.						
waitForTrigger	-	AGV has to wait for a trigger on the AGV (e.g. button press, manual loading). Master control is responsible to handle the timeout and has to cancel the order if necessary.	FTF muss auf einen Auslöser am FTF warten (z. B. Tastendruck, manuelles Laden). Die Leitsteuerung ist für den Umgang mit der Zeitüberschreitung verantwortlich und muss den Auftrag ggf. abbrechen.	yes	triggerType(string)	-	no	yes	no
cancelOrder	-	AGV stops as soon as possible. This could be immediately or on the next node. Then the order is deleted. All actions are canceled.	FTF hält so schnell wie möglich an. Dies kann sofort oder am nächsten Knotenpunkt sein. Dann wird der Auftrag gelöscht. Alle Aktionen werden abgebrochen.	yes	-	-	yes	no	no
factsheetRequest	-	Requests the AGV to send a factsheet	Fordert das FTF auf, ein factsheet zu übermitteln	yes	-	-	yes	no	no

6.8.2 Vordefinierte Aktionen und deren Status

Aktion (engl. action)	Initialisierung (engl. initializing)	Betriebsbereit (engl. running)	Pause (engl. paused)	Erledigt (engl. finished)	Fehlgeschlagen (engl. failed)
startPause	-	Die Aktivierung des Modus ist in Vorbereitung. Unterstützt das FTF einen sofortigen Übergang, kann dieser Zustand weggelassen werden. (engl.: Activation of the mode is in preperation. If the AGV supports an instant transition, this state can be omitted.)	-	Das FTF steht still. Alle Aktionen werden angehalten. Der Pausenmodus ist aktiviert. Das FTF meldet „.paused: true“. (engl. Vehicle stands still. All actions will be paused. The pause mode is activated. The AGV reports .paused: true.)	Der Pausenmodus kann aus irgendeinem Grund nicht aktiviert werden (z.B. durch Hardware-Schalter übersteuert). (engl. The pause mode can not be activated for some reason (e.g., overridden by hardware switch).).
stopPause	-	Die Deaktivierung des Modus befindet sich in Vorbereitung. Unterstützt das FTF einen sofortigen Übergang, kann dieser Zustand weggelassen werden. (engl. Deactivation of the mode is in preparation. If the AGV supports an instant transition, this state can be omitted.)	-	Der Pausenmodus ist deaktiviert. Alle angehaltenen Aktionen werden fortgesetzt. Das FTF meldet „.paused: false“. (engl. The pause mode is deactivated. All paused actions will be resumed. The AGV reports „.paused: false“.)	Der Pausenmodus kann aus irgendeinem Grund nicht aktiviert werden (z.B. überschreiben durch den Hardwareschalter) The pause mode can not be deactivated for some reason (e.g. overridden by hardware switch).
startCharging	-	Die Aktivierung des Ladevorgangs ist im Gange (die Kommunikation mit dem Ladegerät läuft). Unterstützt das FTF einen sofortigen Übergang, kann dieser Zustand ausgelassen werden. (engl. Activation of the charging process is in progress (communication with charger is running). If the AGV supports an instant transition, this state can be omitted.)	-	Der Ladevorgang wird gestartet. Das FTF meldet „.batteryState.charging: true“. (engl. The charging process is started. The AGV reports „.batteryState.charging: true.“)	Der Ladevorgang konnte aus irgendeinem Grund nicht gestartet werden (z.B. nicht auf Ladegerät ausgerichtet). Ladeprobleme sollten mit einem Fehler übereinstimmen. (engl. The charging process could not be started for some reason (e.g. not aligned to charger). Charging problems should correspond with an error.)
stopCharging	-	Die Deaktivierung des Ladevorgangs ist im Gange (die Kommunikation mit dem Ladegerät läuft). Unterstützt das FTF einen sofortigen	-	Der Ladevorgang wird angehalten. Das FTF meldet „.batteryState.charging: false“. (engl. The charging process is stopped. The AGV reports	Der Ladevorgang konnte aus irgendeinem Grund nicht gestoppt werden (z.B. nicht am Ladegerät ausgerichtet). Ladeprobleme sollten mit

Aktion (engl. action)	Initialisierung (engl. initializing)	Betriebsbereit (engl. running)	Pause (engl. paused)	Erledigt (engl. finished)	Fehlgeschlagen (engl. failed)
		Übergang, kann dieser state ausgelassen werden. (engl. Deactivation of the charging process is in progress (communication with charger is running). If the AGV supports an instant transition, this state can be omitted.)		„batteryState.charging: false.“)	einem Fehler übereinstimmen. (engl. The charging process could not be stopped for some reason (e.g. not aligned to charger). Charging problems should correspond with an error.)
initPosition	-	Initialisierung der neuen Position in Bearbeitung (Vertrauensprüfungen usw.). Unterstützt das FTF einen sofortigen Übergang, kann dieser Zustand weggelassen werden. (engl. Initializing of the new pose in progress (confidence checks etc.). If the AGV supports an instant transition, this state can be omitted.)	-	Die Pose ist zurückgesetzt. Das FTF berichtet .agvPosition.x = x, .agvPosition.y = y, .agvPosition.theta = theta .agvPosition.mapId = mapId .agvPosition.lastNodeId = lastNodeId (engl. The pose is reset. The AGV reports .agvPosition.x = x, .agvPosition.y = y, .agvPosition.theta = theta .agvPosition.mapId = mapId .agvPosition.lastNodeId = lastNodeId)	Die Pose ist ungültig oder kann nicht zurückgesetzt werden. Allgemeine Lokalisierungsprobleme sollten mit einem Fehler übereinstimmen. (engl. The pose is not valid or can not be reset. General localization problems should correspond with an error.)
stateRequest	-	-	-	Der Zustand wurde kommuniziert. (engl. The state has been communicated)	-
logReport	-	Der Bericht wird generiert. Unterstützt das FTF eine sofortige Generierung, kann dieser Zustand weggelassen werden. (engl. The report is in generating. If the AGV supports an instant generation, this state can be omitted.)	-	Der Bericht ist gespeichert. Der Name des Protokolls wird im „Status“ gemeldet. (engl. The report is stored. The name of the log will be reported in status.)	Der Bericht kann nicht gespeichert werden (z.B. kein Leerzeichen). (engl. The report can not be stored (e.g., no space).)
pick	Initialisierung des Pick-Prozesses, z.B. ausstehende Hebevorgänge. (engl. Initializing of the pick	Der Pick-Prozess läuft (Das FTF fährt in die Station ein, das Lastenabfertigungsgerät ist ausgelastet, die Kommunikation mit der Station läuft, etc.).	Der Pick-Prozess wird angehalten, z.B. wenn ein Sicherheitsfeld überschritten ist. Nachdem das Sicherheitsfeld nicht mehr überschritten ist, wird der Pick- Prozess	Der Pick-Prozess ist abgeschlossen. Die Ladung ist auf dem FTF und das FTF meldet einen neuen Ladezustand. (engl. Pick is done. Load has	Die Entnahme ist fehlgeschlagen, z.B. weil die Station unerwartet leer ist. Fehlgeschlagene Kommissionierungsvorgänge sollten mit einer Fehlermeldung einhergehen.

Aktion (engl. action)	Initialisierung (engl. initializing)	Betriebsbereit (engl. running)	Pause (engl. paused)	Erledigt (engl. finished)	Fehlgeschlagen (engl. failed)
	process, e.g. outstanding lift operations.)	(engl. The pick process is running (AGV is moving into station, load handling device is busy, communication with station is running, etc.).)	fortgesetzt (engl. The pick process is being paused e.g. if a safety field is violated. After removing the violation the pick process continues.)	entered the AGV and AGV reports new load state.)	(engl. Pick failed, e.g. station is unexpected empty. Failed pick operations should correspond with an error.)
drop	Initialisierung des Abladevorgangs, z.B. ausstehende Hebevorgänge (engl. Initializing of the drop process, e.g. outstanding lift operations.)	Der Abladevorgang wird ausgeführt. (Das FTF fährt in die Station ein, das Lastabfertigungsgerät ist ausgelastet, Kommunikation mit der Station läuft, etc.). (engl. The drop process is running (AGV is moving into station, load handling device is busy, communication with station is running, etc.).)	Der Abladevorgang wird angehalten, z.B. wenn ein Sicherheitsfeld überschritten ist. Nachdem das Sicherheitsfeld nicht mehr überschritten ist, wird der Abladevorgang fortgesetzt. (engl. The drop process is being paused, e.g., if a safety field is violated. After removing the violation the drop process continues.)	Das Abladen ist abgeschlossen. Die Ladung hat das FTF verlassen und das FTF meldet den neuen Ladungszustand. (engl. Drop is done. Load has left the AGV and AGV reports new load state.)	Abladevorgang fehlgeschlagen, z.B. weil die Station unerwartet besetzt ist. Fehlgeschlagene Abladevorgänge sollten mit einer Fehlermeldung einhergehen. (engl. Drop failed, e.g. station is unexpected occupied. Failed drop operations should correspond with an error.)
detectObject	-	Objekterkennung wird ausgeführt (engl. Object detection is running.)	-	Das Objekt wurde erkannt. (engl. Object has been detected.)	FTF konnte das Objekt nicht erkennen. (engl. AGV could not detect the Object.)
finePositioning	-	FTF positioniert sich genau auf dem Ziel. (engl. AGV positions itself exactly on a target.)	Der Feinpositionierungsprozess wird z.B. bei Verletzung eines Sicherheitsfelds angehalten. Nachdem das Sicherheitsfeld nicht mehr überschritten ist, wird die Feinpositionierung fortgesetzt. (engl. The fine positioning process is being paused e.g. if a safety field is violated. After removing the violation the fine positioning continues.)	Die Zielposition in Bezug auf die Station wurde erreicht. (engl. Goal position in reference to the station is reached.)	Die Zielposition in Bezug auf die Station konnte nicht erreicht werden. (engl. Goal position in reference to the station could not be reached.)
waitForTrigger	-	FTF wartet auf den Auslöser. (engl. AGV is waiting for the Trigger)	-	Der Trigger wurde ausgelöst. (engl. Trigger has been triggered.)	waitForTrigger schlägt fehl, wenn der Auftrag abgebrochen wurde. (engl. waitForTrigger fails if order has been canceled)
cancelOrder	-	FTF hält an oder fährt, bis es den nächsten Knoten	-	FTF steht still und hat den Auftrag storniert.	-

Aktion (engl. action)	Initialisierung (engl. initializing)	Betriebsbereit (engl. running)	Pause (engl. paused)	Erledigt (engl. finished)	Fehlgeschlagen (engl. failed)
		erreicht. (engl. AGV is stopping or driving until it reaches the next node.)		(engl. AGV stands still and has canceled the order.)	
factsheetRequest	-	-	-	Das Factsheet wurde übermittelt. (engl. The factsheet has been communicated)	-

6.9 Topic: instantActions (von der Leitsteuerung zum FTF)

In bestimmten Fällen ist es notwendig, Aktionen an ein FTF zu senden, die sofort durchgeführt werden müssen. Dies wird durch das Versenden einer Nachricht `instantAction` an das „Topic“ `„instantActions“` ermöglicht. „instantActions“ dürfen nicht mit dem Inhalt des aktuellen Auftrags des FTF in Konflikt stehen (z.B. „instantAction“ zum Absenken der Gabel, während Auftrag sagt, dass die Gabel angehoben werden soll).

Einige Beispiele, für die „instantActions“ relevant sein könnten, sind:

- das FTF anhalten, ohne etwas an dem aktuellen Auftrag (engl. „Order“) zu verändern
- den Auftrag nach der Pause wiederaufnehmen
- ein Signal aktivieren (optisch, akustisch etc.).

Weitere Informationen finden Sie in Kapitel 7 Praktische Beispiele.

Objektstruktur	Datentyp	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
headerId	uint32	header ID of the message. The headerId is defined per topic and incremented by 1 with each sent (but not necessarily received) message.	Header-ID der Nachricht. Die headerId wird pro Topic definiert und mit jeder gesendeten (aber nicht notwendigerweise empfangenen) Nachricht um 1 hochgezählt.
timestamp	string	Timestamp (ISO 8601, UTC); YYYY-MM-DDTHH:mm:ss.ssZ (e.g., "2017-04-15T11:40:03.12Z")	Zeitstempel (ISO 8601, UTC); JJJJ-MM-TTThh:mm:ss.ssZ (z. B. "2017-04-15T11:40:03.12Z")
version	string	Version of the protocol [Major].[Minor].[Patch] (e.g., 1.3.2).	Version des Protokolls [Major].[Minor].[Patch] (z.B. 1.3.2)
manufacturer	string	Manufacturer of the AGV.	Hersteller des FTF
serialNumber	string	Serial number of the AGV.	Seriennummer des FTF
actions [action]	array	Array of actions that need to be performed immediately and are not part of the regular order.	Feld von Aktionen, die sofort ausgeführt werden müssen und nicht Teil des regulären Auftrags sind (siehe Kapitel 6.7).

Empfängt ein FTF eine `instantAction`, wird dem Array `actionStates` des FTF-Zustands ein entsprechender `actionStatus` hinzugefügt. Der `actionStatus` wird entsprechend dem Fortschritt der Aktion aktualisiert. Siehe auch Abbildung 12 für die verschiedenen Übergänge eines `actionStatus`.

6.10 Topic: state (von der Leitsteuerung zum FTF)

Der aktuelle Zustand eines FTFs („state“) wird nur zu einem „Topic“ übermittelt. Im Vergleich zu separaten Meldungen (z.B. für Aufträge, Batteriezustand und Fehler) reduziert die Verwendung eines „Topics“ die Arbeitsbelastung des Brokers und der Leitsteuerung für den Umgang mit Nachrichten und hält gleichzeitig die Informationen über den FTF-Zustand synchron.

FTF Statusmeldungen werden mit Auftreten eines relevanten Ereignisses oder spätestens alle 30 Sekunden über MQTT-Broker zur Leitsteuerung übermittelt.

Ereignisse, die die Übertragung der Zustandsnachricht auslösen, sind:

- Erhalt eines Auftrags (order)

- Erhalt einer Auftragsaktualisierung (order update)
- Veränderung des Ladezustands (load status)
- Fehler oder Warnungen
- Fahrt über einen Knoten
- Umschalten der Betriebsart (operationMode)
- Änderung im Feld „driving“
- Veränderung im nodeStates, edgeStates oder actionStates

Es sollte versucht werden, den Umfang der Kommunikation zu begrenzen. Wenn zwei Ereignisse miteinander korrelieren (z.B. erzwingt der Empfang einer neuen Order in der Regel eine Aktualisierung der „node-„ und „edgeStates“; wie das Fahren über einen „Node“), ist es sinnvoll, eine statt mehreren Zustandsaktualisierungen auszulösen.

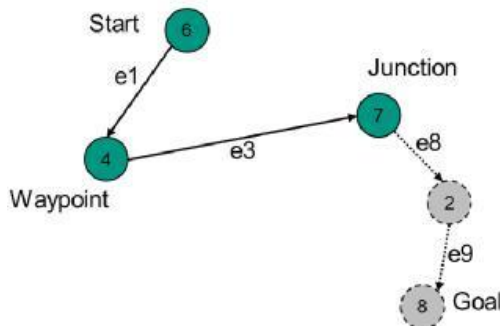
6.10.1 Konzept und Logik

Der Auftragsfortschritt wird über die „nodeStates“ und „edgeStates“ verfolgt. Kann das FTF seine aktuelle Position bestimmen, so kann diese zusätzlich über das Feld „position“ übertragen werden.

Sofern das FTF seinen Pfad selbst plant, muss es seine berechnete Trajektorie (inklusive „Base“ und „Horizon“) in Form eines NURBS über das Trajektorien-Objekt in der Statusmeldung kommunizieren, es sei denn, die Leitsteuerung kann dieses Feld nicht verwenden und es wurde bei der Integration vereinbart, dass dieses Feld nicht gesendet werden darf. Nach der Freigabe der Knoten durch die Leitsteuerung darf das FTF seine Trajektorie nicht mehr ändern.

Die „nodeStates“/„edgeStates“ umfasst alle Knoten/Kanten, die das FTF noch durchlaufen muss.

Übermittelte Fahrroute an das FTF im Topic „Order“



Rückmeldung der FTF im Topic „System State“

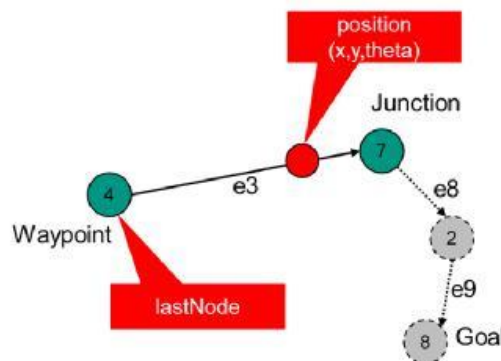


Abbildung 12 Übermittlung der Fahrrouen und Rückmeldung der Positionsinformationen durch das FTF

6.10.2 Durchquerung von Knoten und Ein-/Ausfahren von Kanten, Auslösen von Aktionen

Das FTF entscheidet selbständig, wann ein Knoten als durchquert gelten soll. Der Kontrollpunkt des FTF sollte innerhalb der zulässigen Abweichung des Knotens („deviationRangeXY“) und dessen Orientierung („deviationRangeTheta“) liegen.

Das FTF meldet die Durchquerung eines Knotens, indem er seinen nodeState aus dem nodeStates-Array entfernt und die lastNodeId, lastNodeSequenceNumber auf die Werte des durchlaufenen Knotens festlegt.

Sobald das FTF den Knoten als durchlaufen meldet, muss das FTF ggf. die dem Knoten zugeordneten Aktionen auslösen.

Die Durchquerung eines Knotens markiert auch das Verlassen der Kante, die zum Knoten führt. Die Kante muss dann aus den edgeStates entfernt werden, und die Aktionen, die auf der Kante aktiv waren, müssen abgeschlossen werden.

Die Durchquerung des Knotens markiert auch den Moment, in dem das FTF in die folgende Kante einfährt, falls diese vorhanden ist. Die Kantenaktionen müssen nun ausgelöst werden. Eine Ausnahme von dieser Regel ist, wenn das FTF auf der Kante pausieren muss (wegen einer weichen oder harten blockierenden Kante oder aus anderen Gründen) - dann befährt das FTF die Kante, nachdem es sich wieder in Bewegung gesetzt hat.

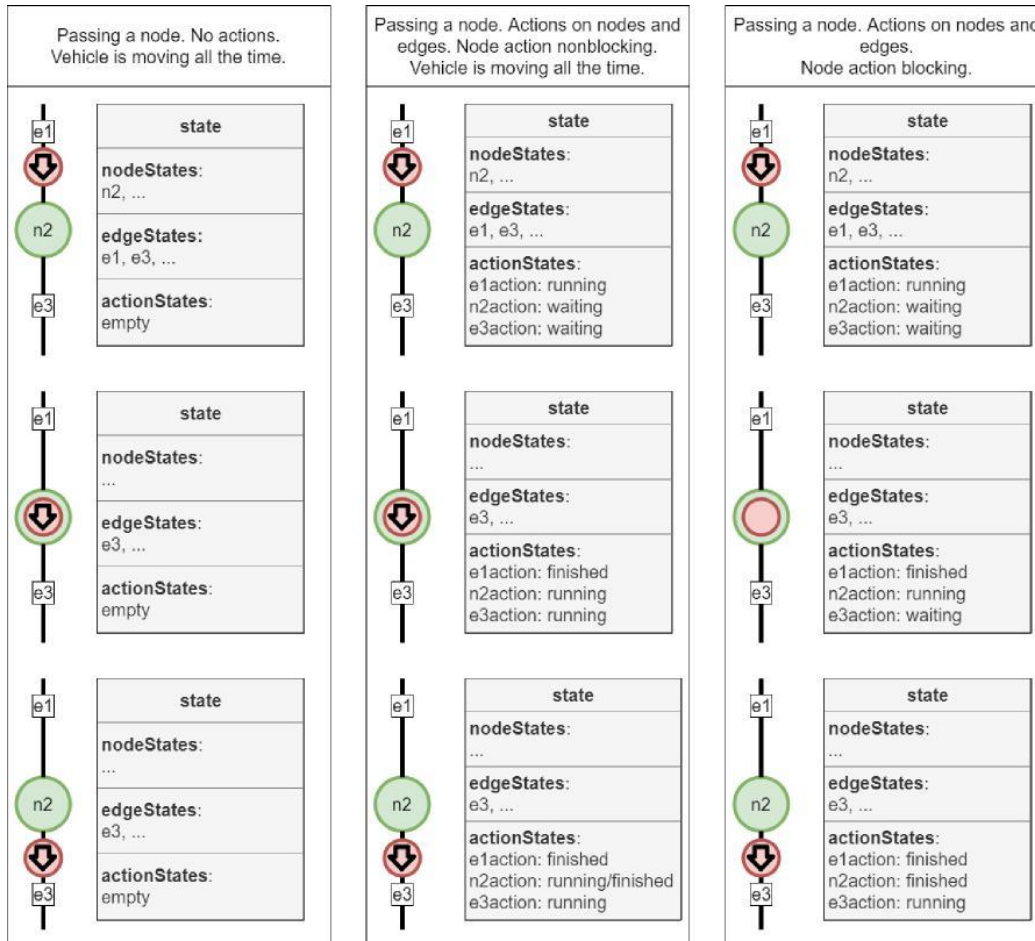


Abbildung 13 nodeStates, edgeStates, actionStates während des order handlings

6.10.3 Anfragen an der Base

Wenn das FTF erkennt, dass seine „Base“ knapp wird, kann er das „newBaseRequest“-Flag auf „true“ setzen, um unnötiges Abbremsen zu vermeiden.

6.10.4 Informationen

Das FTF kann über das Informationsfeld beliebige Zusatzinformationen an die Leitsteuerung übermitteln. Es ist dem FTF überlassen, wie lange es Informationen über eine Informationsnachricht meldet.

Das Leitsystem darf die Informationsmeldungen nicht für eine Verarbeitungslogik, sondern nur für Visualisierungs- und Debuggingzwecke verwenden.

6.10.5 Errors

Das FTF meldet Fehler über das „error“-Feld. Fehler haben zwei Stufen: Warnung (engl. warning) und Störung (engl. fatal). Eine Warnung ist ein Fehler nach dessen Behebung der Auftrag voraussichtlich fortgesetzt werden kann. Nach einer Störung kann ein Auftrag voraussichtlich nicht fortgesetzt werden. Fehler können Verweise übergeben, die bei der Suche nach der Fehlerursache über das „errorReferences“-Feld helfen.

6.10.6 Implementierung

Objekt Struktur	Einheit	Datentyp	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
headerId		uint32	Header ID of the message. The headerId is defined per topic and incremented by 1 with each sent (but not necessarily received) message.	Header-ID der Nachricht. Die headerId wird pro Topic definiert und mit jeder gesendeten (aber nicht notwendigerweise empfangenen) Nachricht um 1 hochgezählt.
timestamp		string	Timestamp (ISO 8601, UTC); YYYY-MM-DDTHH:mm:ss.ssZ (e.g. "2017-04-15T11:40:03.12Z").	Zeitstempel (ISO 8601, UTC); JJJJ-MM-TTTSS:mm:ss.ssZ (z.B. "2017-04-15T11:40:03.12Z")
version		string	Version of the protocol [Major].[Minor].[Patch] (e.g. 1.3.2).	Version des Protokolls [Major].[Minor].[Patch] (z.B. 1.3.2)
manufacturer		string	Manufacturer of the AGV.	Hersteller des FTF
serialNumber		string	Serial number of the AGV.	Seriennummer des FTF
orderId		string	Unique order identification of the current order or the previous finished order. The orderId is kept until a new order is received. Empty string (""), if no previous orderId is available.	Eindeutige Auftragskennung des aktuellen Auftrags oder des vorherigen abgeschlossenen Auftrags. Die orderId wird aufbewahrt, bis eine neue Bestellung eingeht. Leere Zeichenkette (""), wenn keine vorherige orderId vorhanden ist.
orderUpdateId		uint32	Order Update Identification to identify, that an order update has been accepted by the AGV. "0" if no previous orderUpdateId is available.	Identifikation der Auftragsaktualisierung. Zeigt, dass eine Auftragsaktualisierung vom FTF angenommen wurde. "0", wenn keine vorherige orderUpdateId vorhanden ist.

Objekt Struktur	Einheit	Daten- typ	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
<i>zoneSetId</i>		string	Unique ID of the zone set, that the AGV currently uses for path planning. Must be the same as the one used in the order, otherwise the AGV has to reject the order. Optional: If the AGV does not use zones, this field can be omitted.	Eindeutige ID des Zonen-satzes, den das FTF derzeit für die Pfadplanung verwendet. Muss mit der im Auftrag verwendeten übereinstimmen, andernfalls muss das FTF den Auftrag ablehnen. Optional: Wenn das FTF keine Zonen verwendet, kann dieses Feld weggelassen werden.
<i>lastNodeId</i>		string	Node ID of last reached node or, if AGV is currently on a node, current node (e.g., „node7“). Empty string (“”), if no lastNodeId is available.	Knoten-ID des zuletzt erreichten Knotens oder, wenn sich das FTF gerade auf einem Knoten befindet, des aktuellen Knotens (z. B. "node7"). Leere Zeichenkette (“”), wenn keine lastNodeId verfügbar ist.
<i>lastNodeSequenceId</i>		uint32	Sequence ID of the last reached node or, if AGV is currently on a node, Sequence ID of current node. "0" if no lastNodeSequenced is available.	Sequenz-ID des zuletzt erreichten Knotens oder, wenn sich das FTF gerade auf einem Knoten befindet, Sequenz-ID des aktuellen Knotens. "0", wenn kein lastNodeSequenceId verfügbar ist.
<i>nodeStates [nodeState]</i>		array	Array of nodeState-Objects, that need to be traversed for fulfilling the order (empty list if idle)	Feld von nodeState-Objekten, die zur Erfüllung des Auftrags durchlaufen werden müssen (leere bei Leerlauf)
<i>edgeStates [edgeState]</i>		array	Array of edgeState-Objects, that need to be traversed for fulfilling the order (empty list if idle)	Feld von edgeState-Objekten, die zur Erfüllung des Auftrags durchlaufen werden müssen (leer bei Leerlauf)
<i>agvPosition</i>		JSON-object	Current position of the AGV on the map. Optional: Can only be omitted for AGV without the capability to localize themselves, e.g., line guided AGV.	Aktuelle Position des FTF auf der Karte. Optional: Kann nur bei FTF weggelassen werden, die nicht in der Lage sind, sich selbst zu lokalisieren, z. B. liniengeführte FTF.

Objekt Struktur	Einheit	Daten- typ	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
<i>velocity</i>		JSON- object	The AGV velocity in vehicle coordinates.	Die FTF-Geschwindigkeit in Fahrzeugkoordinaten.
<i>loads [load]</i>		array	Loads, that are currently handled by the AGV. Optional: If AGV cannot determine load state, leave the array out of the state. If the AGV can determine the load state, but the array is empty, the AGV is considered unloaded.	Lasten, die derzeit vom FTF bearbeitet werden. Optional: Wenn das FTF den Beladungszustand nicht bestimmen kann, lassen Sie das Feld außerhalb des Zustands. Wenn das FTF den Ladezustand ermitteln kann, das Feld aber leer ist, gilt das FTF als unbeladen.
<i>driving</i>		boolean	"true": indicates, that the AGV is driving and/or rotating. Other movements of the AGV (e.g., lift movements) are not included here. "false": indicates that the AGV is neither driving nor rotating.	"true": zeigt an, dass das FTF fährt und/oder sich dreht. Andere Bewegungen des FTF (z. B. Hubbewegungen) werden hier nicht berücksichtigt. "false": zeigt an, dass das FTF weder fährt noch sich dreht.
<i>paused</i>		boolean	"true": AGV is currently in a paused state, either because of the push of a physical button on the AGV or because of an instantAction. The AGV can resume the order. "false": The AGV is currently not in a paused state.	"true": Das FTF befindet sich derzeit in einem angehaltenen Zustand, entweder aufgrund der Betätigung einer physischen Taste am FTF oder aufgrund einer instantAction. Das FTF kann den Auftrag wieder aufnehmen. "false": Das FTF befindet sich derzeit nicht in einem Pausenzustand.
<i>newBaseRequest</i>		boolean	"true": AGV is almost at the end of the base and will reduce speed, if no new base is transmitted. Trigger for master control to send a new base. "false": no base update required.	"true": Das FTF ist fast am Ende der Basis und wird die Geschwindigkeit reduzieren, wenn keine neue Basis gesendet wird. Auslöser für die Leitsteuerung, eine neue Basis zu senden. "false": keine Aktualisierung der Basis erforderlich.

Objekt Struktur	Einheit	Daten- typ	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
<i>distanceSinceLastNode</i>	Meter	float64	Used by line guided vehicles to indicate the distance it has been driving past the „lastNodeId“. Distance is in meters.	Wird von streckengeführten Fahrzeugen verwendet, um die Entfernung anzugeben, mit der sie an der "lastNodeId" vorbeigefahren sind. Die Entfernung wird in Metern angegeben.
actionStates [actionState]		array	Contains a list of the current actions and the actions, which are yet to be finished. This may include actions from previous nodes, that are still in progress. When an action is completed, an updated state message is published with actionStatus set to finished and if applicable with the corresponding resultDescription. The action state is kept until a new order is received.	Enthält eine Liste der aktuellen Aktionen und der Aktionen, die noch nicht abgeschlossen sind. Dies kann auch Aktionen von früheren Knoten betreffen, die noch in Bearbeitung sind. Wenn eine Aktion abgeschlossen ist, wird eine aktualisierte Zustandsnachricht ausgegeben, wobei actionStatus auf finished gesetzt wird und gegebenenfalls die entsprechende resultDescription angegeben wird. Der Aktionsstatus wird so lange beibehalten, bis ein neuer Auftrag eingeht.
batteryState		JSON-object	Contains all battery-related information.	Enthält alle batteriebezogenen Informationen.
operatingMode		string	Enum {AUTOMATIC, SEMIAUTOMATIC, MANUAL, SERVICE, TEACHIN} For additional information, see the table OperatingModes in the chapter 6.10.6.	Enum {AUTOMATIC, SEMIAUTOMATIC, MANUAL, SERVICE, TEACHIN} Weitere Informationen finden Sie in der Tabelle OperatingModes in Kapitel 6.10.6
errors [error]		array	Array of error-objects. All active errors of the AGV should be in the list. An empty array indicates that the AGV has no active errors.	Feld von Fehlerobjekten. Alle aktiven Fehler des FTF sollten in der Liste enthalten sein. Ein leeres Feld zeigt an, dass das FTF keine aktiven Fehler hat.

Objekt Struktur	Einheit	Daten- typ	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
<i>information [info]</i>		array	Array of info-objects. An empty array indicates, that the AGV has no information. This should only be used for visualization or debugging – it must not be used for logic in master control.	Feld von Info-Objekten. Ein leeres Feld zeigt an, dass das FTF keine Informationen hat. Dies sollte nur zur Visualisierung oder Fehlersuche verwendet werden - es darf nicht für die Logik in der Leitsteuerung verwendet werden.
safetyState		JSON-object	Contains all safety-related information.	Enthält alle sicherheitsrelevanten Informationen.
nodeState {		JSON-object		
nodeId		string	Unique node identification.	Eindeutige Knotenken- nung.
sequenceId		uint32	sequenceId to discern multiple nodes with same nodeId.	Sequence-Id, um mehrere Knoten mit derselben Node-Id zu erkennen.
<i>nodeDescription</i>		string	Additional information on the node.	Zusätzliche Informationen über den Knoten.
<i>nodePosition</i>		JSON-object	Node position. The object is defined in chapter 6.6 Optional: Master control has this information. Can be sent additionally, e. g. for debugging purposes.	Position des Knotens. Das Objekt ist in Kapitel 6.6 definiert. Optional: Die Leitsteuerung hat diese Information. Kann zusätzlich gesendet werden, z. B. zu Debugging-Zwecken.
released }		boolean	"true" indicates that the node is part of the base. "false" indicates that the node is part of the horizon.	"true" bedeutet, dass der Knoten Teil der Basis ist. "false" zeigt an, dass der Knoten Teil des Horizonts ist.
edgeState {		JSON-object		
edgeId		string	Unique edge identification.	Eindeutige Kantenidentifikation.
sequenceId		uint32	sequenceId to differentiate between multiple edges with the same edgeId.	Sequence-Id, um zwischen mehreren Kanten mit derselben Id zu unterscheiden.
<i>edgeDescription</i>		string	Additional information on the edge.	Zusätzliche Informationen über die Kante.

Objekt Struktur	Einheit	Daten- typ	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
released		boolean	<p>"true" indicates that the edge is part of the base.</p> <p>"false" indicates that the edge is part of the horizon.</p>	<p>"true" bedeutet, dass die Kante Teil der Basis ist.</p> <p>"false" bedeutet, dass die Kante Teil des Horizonts ist.</p>
<i>trajectory</i> }		JSON-object	<p>The trajectory is to be communicated as a NURBS and is defined in chapter 6.4</p> <p>Trajectory segments are from the point, where the AGV starts to enter the edge, until the point, where it reports, that the next node was traversed.</p>	<p>Die Trajektorie ist als NURBS zu kommunizieren und wird in Kapitel 6.4 definiert.</p> <p>Die Segmente der Trajektorie reichen von dem Punkt, an dem das FTF in die Kante einfährt, bis zu dem Punkt, an dem es meldet, dass der nächste Knoten überfahren wurde.</p>
agvPosition {		JSON-object	<p>Defines the position on a map in world coordinates. Each floor has its own map.</p>	<p>Definiert die Position auf einer Karte in Weltkoordinaten. Jedes Stockwerk hat seine eigene Karte.</p>
positionInitialized		boolean	<p>"true": position is initialized.</p> <p>"false": position is not initialized.</p>	<p>"true": Position ist initialisiert.</p> <p>"false": Die Position ist nicht initialisiert.</p>
localizationScore		float64	<p>Range: [0.0 ... 1.0]</p> <p>Describes the quality of the localization and therefore, can be used, e.g. by SLAM-AGV to describe, how accurate the current position information is.</p> <p>0.0: position unknown</p> <p>1.0: position known</p> <p>Optional for vehicles, that cannot estimate their localization score.</p> <p>Only for logging and visualization purposes.</p>	<p>Bereich: [0.0 ... 1.0]</p> <p>Beschreibt die Qualität der Lokalisierung und kann daher z. B. von SLAM-FTF verwendet werden, um zu beschreiben, wie genau die aktuelle Positionsinformation ist.</p> <p>0.0: Position unbekannt.</p> <p>1.0: Position bekannt</p> <p>Optional für Fahrzeuge, die ihren Lokalisierungswert nicht schätzen können.</p> <p>Nur für Protokollierungs- und Visualisierungszwecke.</p>

Objekt Struktur	Einheit	Daten- typ	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
<i>deviationRange</i>	m	float64	Value for the deviation range of the position in meters. Optional for vehicles that cannot estimate their deviation e.g. grid-based localization. Only for logging and visualization purposes.	Wert für den Abweichungsbereich der Position in Metern. Optional für Fahrzeuge, die ihre Abweichung nicht schätzen können, z. B. bei rasterbasierter Lokalisierung. Nur für Protokollierungs- und Visualisierungszwecke.
x	m	float64	X-position on the map in reference to the map coordinate system. Precision is up to the specific implementation.	X-Position auf der Karte in Bezug auf das Kartenkoordinatensystem. Die Genauigkeit hängt von der jeweiligen Implementierung ab.
y	m	float64	Y-position on the map in reference to the map coordinate system. Precision is up to the specific implementation.	Y-Position auf der Karte in Bezug auf das Koordinatensystem der Karte. Die Genauigkeit hängt von der jeweiligen Implementierung ab.
theta		float64	Range: [-Pi ... Pi] Orientation of the AGV.	Bereich: [-Pi ... Pi] Ausrichtung des FTF.
mapId		string	Unique identification of the map in which the position is referenced. Each map has the same origin of coordinates. When an AGV uses an elevator, e.g., leading from a departure floor to a target floor, it will disappear off the map of the departure floor and spawn in the related lift node on the map of the target floor.	Eindeutige Identifikation der Karte, in der die Position referenziert wird. Jede Karte hat denselben Ursprung der Koordinaten. Wenn ein FTF einen Aufzug benutzt, der z.B. von einer Startetage zu einer Zieletage führt, verschwindet es aus der Karte der Startetage und erscheint im entsprechenden Aufzugsknoten auf der Karte der Zieletage.
<i>mapDescription</i> {		string	Additional information on the map.	Zusätzliche Informationen auf der Karte.
velocity {		JSON-object		
vx	m/s	float64	The AVGs velocity in its x direction.	Die Geschwindigkeit des FTF in seiner x-Richtung.
vy	m/s	float64	The AVGs velocity in its y direction.	Die Geschwindigkeit des FTF in y-Richtung.

Objekt Struktur	Einheit	Daten- typ	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
<i>omega</i> }	Rad/s	float64	The AVGs turning speed around its z axis.	Die Drehgeschwindigkeit des FTF um seine z-Achse.
load {		JSON-object		
<i>loadId</i>		string	Unique identification number of the load (e.g., barcode or RFID). Empty field, if the AGV can identify the load, but didn't identify the load yet. Optional, if the AGV cannot identify the load.	Eindeutige Identifikationsnummer der Ladung (z. B. Barcode oder RFID). Leeres Feld, wenn das FTF die Ladung identifizieren kann, sie aber noch nicht identifiziert hat. Optional, wenn das FTF die Ladung nicht identifizieren kann.
<i>loadType</i>		string	Type of load.	Art der Ladung.
<i>loadPosition</i>		string	Indicates, which load handling/carrying unit of the AGV is used, e.g., in case the AGV has multiple spots/positions to carry loads. For example: "front", "back", "positionC1", etc. Optional for vehicles with only one loadPosition	Zeigt an, welche Lastaufnahmemittel bzw. Tragvorrichtung das FTF verwendet, z. B. für den Fall, dass das FTF mehrere Plätze/Positionen zum Tragen von Lasten hat. Zum Beispiel: "vorne", "hinten", "PositionC1", usw. Optional für Fahrzeuge mit nur einer loadPosition.
<i>boundingBoxReference</i>		JSON-object	Point of reference for the location of the bounding box. The point of reference is always the center of the bounding box's bottom surface (at height = 0) and is described in coordinates of the AGV's coordinate system.	Bezugspunkt für die Lage des Begrenzungsrahmens. Der Bezugspunkt ist immer der Mittelpunkt der Bodenfläche des Begrenzungsrahmens (bei Höhe = 0) und wird in Koordinaten des FTF-Koordinatensystems beschrieben.
<i>loadDimensions</i>		JSON-object	Dimensions of the load's bounding box in meters.	Abmessungen des Begrenzungsrahmens der Last in Metern.
<i>weight</i> }	kg	float64	Range: [0.0 ... infinity) Absolute weight of the load measured in kg.	Bereich: (0.0 ... unendlich) Absolutes Gewicht der Ladung, gemessen in kg.

Objekt Struktur	Einheit	Daten- typ	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
boundingBoxReference {		JSON- object	Point of reference for the location of the bounding box. The point of reference is always the center of the bounding box's bottom surface (at height = 0) and is described in coordinates of the AGV's coordinate system.	Bezugspunkt für die Lage des Begrenzungsrahmens. Der Bezugspunkt ist immer der Mittelpunkt der Bodenfläche des Begrenzungsrahmens (bei Höhe = 0) und wird in Koordinaten des FTF-Koordinatensystems beschrieben.
x		float64	x-coordinate of the point of reference.	x-Koordinate des Bezugspunkts.
y		float64	y-coordinate of the point of reference.	y-Koordinate des Bezugspunkts.
z		float 64	z-coordinate of the point of reference.	z-Koordinate des Bezugspunkts.
theta }		float64	Orientation of the loads bounding box. Important for tugger, trains, etc.	Ausrichtung des Begrenzungsrahmens der Last. Wichtig für Zugfahrzeuge, Züge, etc.
loadDimensions {		JSON- object	Dimensions of the load's bounding box in meters.	Abmessungen des Begrenzungsrahmens der Ladung in Metern.
length	m	float64	Absolute length of the load's bounding box.	Absolute Länge des Begrenzungsrahmens der Ladung.
width	m	float64	Absolute width of the load's bounding box.	Absolute Breite des Begrenzungsrahmens der Ladung.
height }	m	float64	Absolute height of the load's bounding box. Optional: Set value only if known.	Absolute Höhe des Begrenzungsrahmens der Ladung. Optional: Wert nur angeben, wenn er bekannt ist.
actionState {		JSON- object		
actionId		string	action_ID	Aktions-ID
actionType		string	actionType of the action. Optional: Only for informational or visualization purposes. Order knows the type.	actionType der Aktion. Optional: Nur zu Informations- oder Visualisierungszwecken. Der Auftrag kennt den Typ.
actionDescription		string	Additional information on the current action.	Zusätzliche Informationen über die aktuelle Aktion.

Objekt Struktur	Einheit	Daten- typ	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
actionStatus		string	Enum {WAITING; INITIALIZING; RUNNING; PAUSED; FINISHED; FAILED} WAITING: waiting for the trigger (passing the mode, entering the edge) PAUSED: paused by instantAction or external trigger FAILED: action could not be performed.	Enum {WAITING; INITIALIZING; RUNNING; PAUSED; FINISHED; FAILED} WAITING: Warten auf den Auslöser (Überschreiten des Modus, Überschreiten der Kante) PAUSED: Unterbrechung durch instantAction oder externen Auslöser. FAILED: Die Aktion konnte nicht ausgeführt werden.
resultDescription }		string	Description of the result, e.g., the result of a RFID-read. Errors will be transmitted in errors. Examples for results are given in 6.5	Beschreibung des Ergebnisses, z.B. das Ergebnis einer RFID-Lesung. Fehler werden als Fehler übertragen. Beispiele für Ergebnisse finden Sie in 6.5
batteryState {		JSON-object		
batteryCharge	%	float64	State of Charge: if AGV only provides values for good or bad battery levels, these will be indicated as 20% (bad) and 80% (good).	Ladezustand: Wenn FTF nur Werte für einen guten oder schlechten Batterieladezustand liefert, werden diese mit 20% (schlecht) und 80% (gut) angegeben.
batteryVoltage	V	float64	Battery Voltage.	Batteriespannung.
batteryHealth	%	int8	Range: [0 .. 100] State of Health.	Bereich: [0 .. 100] Gesundheitszustand der Batterie.
charging		boolean	"true": charging in progress. "false": AGV is currently not charging.	"true": Ladevorgang läuft. "falsch": FTF wird derzeit nicht aufgeladen.
reach }	m	uint32	Range: [0 ... infinity) Estimated reach with current State of Charge.	Bereich: (0 ... unendlich) Geschätzte Reichweite bei aktuellem Ladezustand.
error {		JSON-object		
errorType		string	Type/name of error	Art/Name des Fehlers

Objekt Struktur	Einheit	Daten- typ	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
<i>errorReferences</i> [<i>errorReference</i>]		array	Array of references to identify the source of the error (e.g., headerId, orderId, actionId, etc.). For additional information see „Best practices“ chapter 8.	Feld von Referenzen zur Identifizierung der Fehlerquelle (z.B. headerId, orderId, actionId, etc.). Weitere Informationen finden Sie in Kapitel 7.
<i>errorDescription</i>		string	Error description.	Fehlerbeschreibung
<i>errorLevel</i> }		string	Enum {WARNING, FATAL} WARNING: AGV is ready to start (e.g. maintenance cycle expiration warning). FATAL: AGV is not in running condition, user intervention required (e.g. laser scanner is contaminated).	Enum {WARNING, FATAL} WARNING: FTF ist startbereit (z. B. Warnung vor Ablauf des Wartungszyklus). FATAL: FTF ist nicht betriebsbereit, Benutzereingriff erforderlich (z. B. Laserscanner ist verschmutzt).
<i>errorReference</i> {		JSON-object		
<i>referenceKey</i>		string	References the type of reference (e.g., headerId, orderId, actionId, etc.).	Verweist auf die Art des Verweises (z. B. headerId, orderId, actionId, usw.).
<i>referenceValue</i> }		string	References the value, which belongs to the reference key.	Verweist auf den Wert, der zum Referenzschlüssel gehört.
<i>info</i> {		JSON-object		
<i>infoType</i>		string	Type/name of information.	Typ/Name der Information.
<i>infoReferences</i> [<i>infoReference</i>]		array	Array of references.	Feld von Referenzen.
<i>infoDescription</i>		string	Info of description.	Informationen zur Beschreibung.
<i>infoLevel</i> }		string	Enum {DEBUG, INFO} DEBUG: used for debugging. INFO: used for visualization.	Enum {DEBUG, INFO} DEBUG: wird für die Fehlersuche verwendet. INFO: wird für die Visualisierung verwendet.
<i>infoReference</i> {		JSON-object		
<i>referenceKey</i>		string	References the type of reference (e.g., headerId, orderId, actionId, etc.).	Verweist auf die Art des Verweises (z. B. headerId, orderId, actionId, usw.).

Objekt Struktur	Einheit	Daten- typ	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
referenceValue }		string	References the value, which belongs to the reference key.	Verweist auf den Wert, der zum Referenzschlüssel gehört.
safetyState {		JSON-object		
eStop		string	Enum {AUTOACK, MANUAL, REMOTE, NONE} Acknowledge-Type of eStop: AUTOACK: auto-acknowledgeable e-stop is activated, e.g., by bumper or protective field. MANUAL: e-stop has to be acknowledged manually at the vehicle. REMOTE: facility e-stop has to be acknowledged remotely. NONE: no e-stop activated.	Enum {AUTOACK, MANUAL, REMOTE, NONE} Quittierungs-Typ des Notauschalters: AUTOACK: Automatisch quittierbarer e-Stop wird aktiviert, z.B. durch Stoßstange oder Schutzfeld. MANUELL: Der Nothalt muss manuell am Fahrzeug quittiert werden. REMOTE: Der Nothalt der Anlage muss aus der Ferne quittiert werden. NONE: kein Notauschalter aktiviert.
fieldViolation }		boolean	Protective field violation. "true":field is violated "false":field is not violated.	Schutzfeldverletzung. "true":Feld ist verletzt "false":Feld ist nicht verletzt.

Operating Mode Description

In der nachfolgenden Beschreibung sind die operatingMode des Topics "states" aufgeführt.

Identifizier	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
AUTOMATIC	AGV is under full control of the master control. AGV drives and executes actions based on orders from the master control.	Das FTF unterliegt der vollständigen Kontrolle der Leitsteuerung. Das FTF fährt und führt Aktionen auf der Grundlage von Aufträgen der Leitsteuerung aus.
SEMI-AUTOMATIC	AGV is under control of the master control. AGV drives and executes actions based on orders from the master control. The driving speed is controlled by the HMI (speed can't exceed the speed of automatic mode). The steering is under automatic control (non-safe HMI possible).	Das FTF steht unter der Kontrolle der Leitsteuerung. Das FTF fährt und führt Aktionen auf der Grundlage von Aufträgen der Leitsteuerung aus. Die Fahrgeschwindigkeit wird von der HMI gesteuert (die Geschwindigkeit darf die Geschwindigkeit des Automatikmodus nicht überschreiten). Die Lenkung erfolgt unter automatischer Kontrolle (nicht sicheres HMI möglich).

Identifizier	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
MANUAL	<p>Master control is not in control of the AGV.</p> <p>Supervisor doesn't send driving order or actions to the AGV.</p> <p>HMI can be used to control the steering and velocity and handling device of the AGV.</p> <p>Location of the AGV is send to the master control.</p> <p>When AGV enters or leaves this mode, it immediately clears all the orders (safe HMI required).</p>	<p>Die Leitsteuerung hat keine Kontrolle über das FTF.</p> <p>Der Supervisor sendet keine Fahrbefehle oder Aktionen an das FTF.</p> <p>Die HMI kann zur Steuerung der Lenkung, der Geschwindigkeit und der Handling-Geräte des FTF verwendet werden.</p> <p>Der Standort des FTF wird an die Leitsteuerung gesendet.</p> <p>Wenn das FTF in diesen Modus eintritt oder ihn verlässt, löscht es sofort alle Aufträge (sicheres HMI erforderlich).</p>
SERVICE	<p>Master control is not in control of the AGV.</p> <p>Master control doesn't send driving order or actions to the AGV.</p> <p>Authorized personal can re-configure the AGV.</p>	<p>Die Leitsteuerung hat keine Kontrolle über das FTF.</p> <p>Die Leitsteuerung sendet keine Fahrbefehle oder Aktionen an das FTF.</p> <p>Autorisiertes Personal kann das FTF neu konfigurieren.</p>
TEACHIN	<p>Master control is not in control of the AGV.</p> <p>Supervisor doesn't send driving order or actions to the AGV.</p> <p>The AGV is being taught, e.g., mapping is done by a master control.</p>	<p>Die Leitsteuerung hat keine Kontrolle über das FTF.</p> <p>Der Supervisor sendet keine Fahrbefehle oder Aktionen an das FTF.</p> <p>Das FTF wird eingelernt, z.B. erfolgt das Mapping durch eine Leitsteuerung.</p>

6.11 actionStates

Wenn ein FTF eine Aktion empfängt (entweder an einen Knoten oder eine Kante angehängt oder über eine instantAction), muss das FTF die Aktion mit einer actionState in seinem actionStates-Array darstellen. actionStates beschreiben über das Feld „actionStatus“ in welcher Phase des Aktionslebenszyklus sich die Aktion befindet. Tabelle 1 beschreibt, welche Werte das Enum „actionStatus“ enthalten kann.

actionStatus	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
WAITING	Action was received by AGV but the node where it triggers was not yet reached or the edge where it is active was not yet entered.	Eine Aktion wurde vom FTF empfangen, aber der Knoten, an dem die Aktion ausgelöst wird, ist noch nicht erreicht oder die Kante, an der die Aktion aktiv ist, ist noch nicht befahren.
INITIALIZING	Action was triggered, preparatory measures are initiated.	Eine Aktion wurde ausgelöst, vorbereitende Maßnahmen werden initialisiert.
RUNNING	The action is running.	Die Aktion läuft.

actionStatus	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
PAUSED	The action is paused because of a pause instantAction or external trigger (pause button on AGV)	Eine Aktion wird aufgrund einer Pause instantAction oder eines externen Auslösers (Pause-Taste am FTF) angehalten.
FINISHED	The action is finished. A result is reported via the resultDescription	Die Aktion ist beendet. Das Ergebnis wird über das Attribut „resultDescription“ mitgeteilt.
FAILED	Action could not be finished for whatever reason.	Die Aktion konnte aus irgendeinem Grund nicht abgeschlossen werden.

Tabelle 1 Zulässige Werte für das Feld “actionStatus”

Ein Zustandsübergangsdiagramm ist in Abbildung 14 dargestellt.

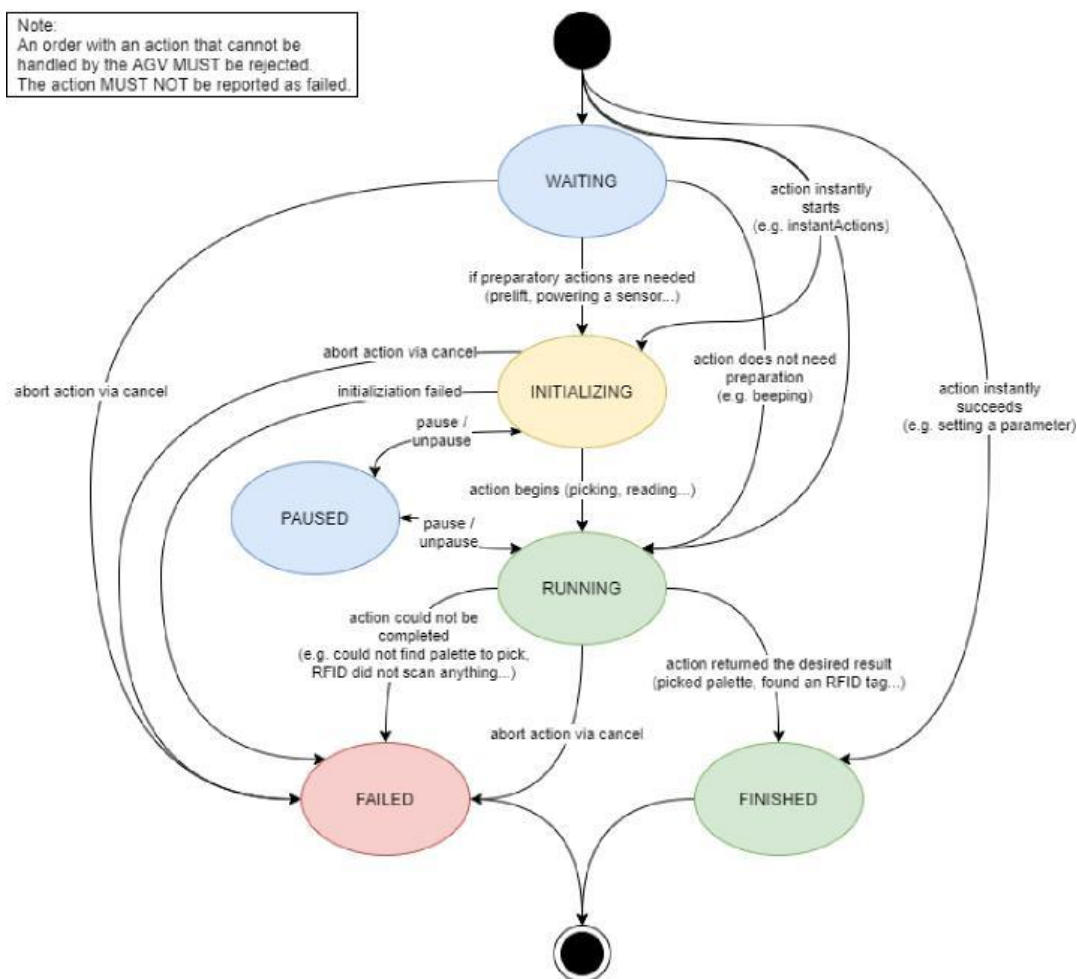


Abbildung 14 Alle möglichen Zustandsübergänge für actionStates

6.12 Action Blocking Types und sequence

Ein Auftrag mit mehreren Aktionen in einer Liste definiert eine Reihenfolge, anhand der die Aktionen auszuführen sind. Die parallele Ausführung der Aktionen wird durch ihren jeweiligen blockingType geregelt.

Aktionen können drei verschiedene Blockierungstypen haben, die in Tabelle 2 beschrieben sind.

actionStatus	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
NONE	Action can be executed in parallel with other actions and while the vehicle is driving.	Die Aktion kann parallel zu anderen Aktionen und während der Fahrt ausgeführt werden.
SOFT	Action can be executed in parallel with other actions. Vehicle must not drive.	Die Aktion kann parallel zu anderen Aktionen ausgeführt werden. Fahrzeug darf nicht fahren.
HARD	Action must not be executed in parallel with other actions. Vehicle must not drive.	Die Aktion darf nicht parallel zu anderen Aktionen ausgeführt werden. Fahrzeug darf nicht fahren.

Tabelle 2 Action blocking types

Wenn sich auf demselben Knoten mehrere Aktionen mit unterschiedlichen Blockierungstypen befinden, wird in Abbildung 15 beschrieben, wie das FTF mit diesen Aktionen umgehen soll.

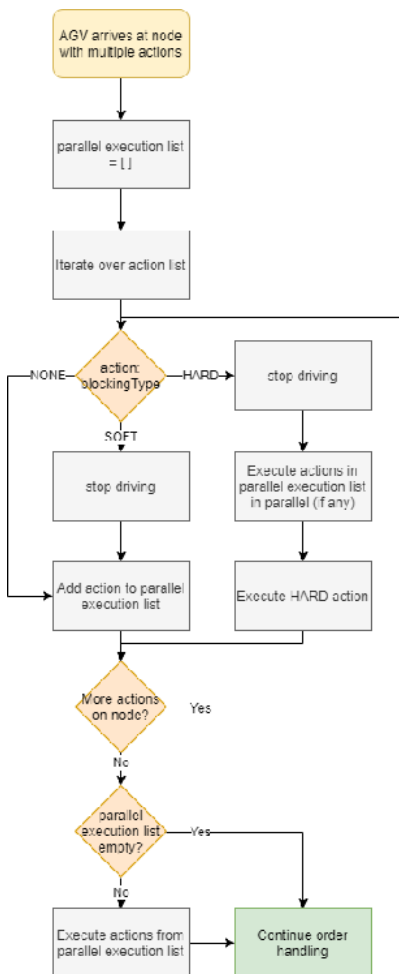


Abbildung 15 unterschiedliche Blockierungstypen

6.13 Topic „Visualization“

Für eine hochfrequentes Positions- und Geschwindigkeitsupdate kann das FTF seine Position auf dem Subtopic „visualization“ übertragen. Die Struktur der Positionsmeldung entspricht der Positionsmeldung im „state“. Weitere Informationen siehe Kapitel 6.7. Die Aktualisierungsrate für dieses topic wird durch den Integrator definiert.

6.14 Topic „connection“

Während der Verbindung zwischen einem FTF-Client und dem Broker werden ein „Last-Will-Topic“ (LWT) und „Last-Will-Message“ (LWM) eingestellt, welches von dem Broker sofort in das LWT veröffentlicht wird, nachdem der FTF-Client sich von dem Broker getrennt hat. Somit kann die Leitsteuerung ein Disconnection-Event erkennen, indem sie die LWTs aller FTF abonniert. Die Disconnection wird über einen Heartbeat erkannt, der zwischen dem Broker und dem Client ausgetauscht wird. Das Intervall ist in den meisten Brokern konfigurierbar und sollte auf etwa 15 Sekunden eingestellt werden.

Die vorgeschlagene „Last-Will-Topic“ Struktur ist: **uagv/v2/manufacturer/SN/connection**

Das „Last-Will-Topic“ wird in Form von einer JSON-gekapselten Nachricht mit den folgenden Feldern definiert:

Identifizier	Datentyp	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
headerId	uint32	Header ID of the message. The headerId is defined per topic and incremented by 1 with each sent (but not necessarily received) message.	Header-ID der Nachricht. Die headerId wird pro Topic definiert und mit jeder gesendeten (aber nicht notwendigerweise empfangenen) Nachricht um 1 hochgezählt.
timestamp	string	Timestamp (ISO8601, UTC); YYYY-MM-DDTHH:mm:ss.ssZ(e.g. “2017-04-15T11:40:03.12Z”).	Zeitstempel (ISO 8601, UTC); JJJJ-MM-TTTSS:mm:ss.ssZ (z.B. “2017-04-15T11:40:03.12Z”)
version	string	Version of the protocol [Major].[Minor].[Patch] (e.g. 1.3.2).	Version des Protokolls [Major].[Minor].[Patch] (z.B. 1.3.2)
manufacturer	string	Manufacturer of the AGV.	Hersteller des FTF
serialNumber	string	Serial number of the AGV.	Seriennummer des FTF
connectionState	string	Enum {ONLINE, OFFLINE, CONNECTIONBROKEN} ONLINE: connection between AGV and broker is active. OFFLINE: connection between AGV and broker has gone offline in a coordinated way. CONNECTIONBROKEN: The connection between AGV and broker has unexpectedly ended.	Enum {ONLINE, OFFLINE, CONNECTIONBROKEN} ONLINE: Die Verbindung zwischen FTF und Makler ist aktiv. OFFLINE: Die Verbindung zwischen FTF und Makler ist auf koordinierte Weise offline gegangen. CONNECTIONBROKEN: Die Verbindung zwischen FTF und Makler wurde unerwartet beendet.

Die Last-Will-Message wird nicht verschickt, wenn eine Verbindung ordnungsgemäß mithilfe eines MQTT-Disconnection-Befehls beendet wird. Die Last-Will-Message wird vom Broker nur verschickt, wenn die Verbindung unerwartet unterbrochen wird.

Ein FTF will die Verbindung ordnungsgemäß beenden.

1. Das FTF schickt „uagv/v2/manufacturer/SN/connection“ mit connectionState = „offline“.
2. Beenden der MQTT-Verbindung mit einem Disconnect-Befehl.

Ein FTF geht online:

1. Setzen des „Last-Will-Topic“ auf „uagv/v2/manufacturer/SN/connection“ mit dem Feld „connectionState“ = „connectionBroken“, wenn die MQTT-Verbindung hergestellt wird.
2. Senden des „Topics“ „uagv/v2/manufacturer/SN/connection“ mit „connectionState“ = „online“.
 Alle Nachrichten zu diesem „Topic“ sollten mit einem beibehaltenen Flag gesendet werden.

Wenn die Verbindung zwischen dem FTF und dem Broker unerwartet abbricht, sendet der Broker das „Last-Will-Topic“: „uagv/v2/manufacturer/SN/connection“ wobei das Feld „connectionState“ auf „connectionBroken“ gesetzt ist.

6.15 Topic "factsheet"

Das Factsheet liefert grundlegende Informationen über eine bestimmte FTF-Typenreihe. Diese Informationen ermöglichen den Vergleich verschiedener FTF-Typen und können für die Planung, Dimensionierung und Simulation eines FTF-Systems verwendet werden. Das Factsheet enthält auch Informationen über FTF-Kommunikationsschnittstellen, die für die Integration einer FTF-Baureihe in eine VDA-5050-konforme übergeordnete Leitsteuerung erforderlich sind.

Die Werte für einige Felder des FTF-Factsheets können erst bei der Systemintegration festgelegt werden, z.B. die Zuordnung von projektspezifischen Last- und Stationstypen sowie die Liste der Stations- und Lasttypen, die von diesem FTF unterstützt werden.

Das Factsheet ist sowohl als menschenlesbares Dokument als auch für die maschinelle Verarbeitung, z.B. einen Import durch die Leitsteuerung, vorgesehen und wird daher als JSON-Dokument spezifiziert.

Die Leitsteuerung kann das Factsheet vom FTF anfordern, mit der instantAction: factsheet-Request.

Alle Meldungen zu diesem Thema werden mit einem Retained Flag gesendet.

6.15.1 Factsheet JSON structure

Das Factsheet besteht aus den in der folgenden Tabelle aufgeführten JSON-Objekten.

Feld	Datentyp	Beschreibung
headerId	uint32	Header-ID der Nachricht. Die headerId wird pro Topic definiert und mit jeder gesendeten (aber nicht notwendigerweise empfangenen) Nachricht um 1 hochgezählt.
timestamp	string	Zeitstempel (ISO 8601, UTC); JJJJ-MM-TTTSS:mm:ss.ssZ (z.B. "2017-04-15T11:40:03.12Z")

version	string	Version des Protokolls [Major].[Minor].[Patch] (z.B. 1.3.2)
manufacturer	string	Hersteller des FTF
serialNumber	string	Seriennummer des FTF
typeSpecification	JSON-object	Diese Parameter geben im Allgemeinen die Klasse und die Fähigkeiten des FTF an.
physicalParameters	JSON-object	Diese Parameter geben die grundlegenden physikalischen Eigenschaften des FTF an.
protocolLimits	JSON-object	Grenzwerte für die Länge von Bezeichnern, Arrays, Strings und ähnlichem in der MQTT-Kommunikation.
protocolFeatures	JSON-object	Unterstützte Merkmale des VDA5050-Protokolls.
agvGeometry	JSON-object	Detaillierte Definition der FTF-Geometrie.
loadSpecification	JSON-object	Abstrakte Spezifikation der Lastfähigkeiten.
localizationParameters	JSON-object	Detaillierte Spezifikation der Lokalisierung.

typeSpecification

Dieses JSON-Objekt beschreibt allgemeine Eigenschaften des FTF-Typs.

Feld	Datentyp	Beschreibung
seriesName	string	Freier Text für die allgemeine Serienbezeichnung, wie vom Hersteller angegeben.
<i>seriesDescription</i>	string	Freier Text, menschen-lesbare Beschreibung der FTF-Baureihe.
agvKinematic	string	Vereinfachte Beschreibung des FTF-Kinematik-Typs. (DIFF, OMNI, THREEWHEEL) DIFF: Differentialantrieb OMNI: omnidirektionales Fahrzeug THREEWHEEL: dreirädriges Fahrzeug oder Fahrzeug mit ähnlicher Kinematik.
agvClass	string	Vereinfachte Beschreibung der FTF-Klasse. (FORKLIFT, CONVEYOR, TUGGER, CARRIER) FORKLIFT: Gabelstapler. CONVEYOR: FTF mit Förderbändern darauf. TUGGER: Zugmaschine. CARRIER: Lastträger mit oder ohne Hubeinheit.
maxLoadMass	float64	[kg], Maximal zulässige Masse.
localizationTypes	Array of String	Vereinfachte Beschreibung der Lokalisierungsart. Beispielwerte: NATURAL: natürliche Landmarken; REFLECTOR: Laser-Reflektoren; RFID: RFID-Tags; DMC: Data-Matrix-Code; SPOT: magnetische Spots; GRID: magnetisches Gitter.

Feld	Datentyp	Beschreibung
navigationTypes	Array of String	Liste der vom FTF unterstützten Pfadplanungstypen, sortiert nach Priorität. Beispielwerte: PHYSICAL_LINE_GUIDED: Keine Pfadplanung, FTF folgt physisch installierten Pfaden. VIRTUAL_LINE_GUIDED: FTF fährt feste (virtuelle) Bahnen. AUTONOMOUS: FTF plant seinen Weg selbstständig.

physicalParameters

Dieses JSON-Objekt beschreibt die physikalischen Eigenschaften des FTF.

Feld	Datentyp	Beschreibung
speedMin	float64	[m/s] Minimale kontrollierte Dauergeschwindigkeit des FTF.
speedMax	float64	[m/s] Maximale Geschwindigkeit des FTF.
accelerationMax	float64	[m/s ²] Maximale Beschleunigung bei maximaler Last.
decelerationMax	float64	[m/s ²] Maximale Verzögerung bei maximaler Last.
heightMin	float64	[m] Minimale Höhe des FTF.
heightMax	float64	[m] Maximale Höhe des FTF.
width	float64	[m] Breite des FTF.
length	float64	[m] Länge des FTF.

protocolLimits

Dieses JSON-Objekt beschreibt die Protokollbeschränkungen des FTF. Wenn Parameter nicht definiert oder auf null gesetzt sind, gibt es für diesen Parameter keine explizierte Beschränkung.

Feld	Datentyp	Beschreibung
Feld	Datentyp	Beschreibung
maxStringLens {	JSON-object	Maximale Länge der Zeichenketten.
msgLen	uint32	Maximale Länge der MQTT-Nachricht
topicSerialLen	uint32	Maximale Länge des Seriennummern-Teils im MQTT-Topic. Betroffene Parameter: order.serialNumber instantActions.serialNumber state.serialNumber visualization.serialNumber connection.serialNumber

Feld	Datentyp	Beschreibung
Feld	Datentyp	Beschreibung
<i>topicElemLen</i>	uint32	<p>Maximale Länge aller anderen Teile in MQTT-Topics.</p> <p>Betroffene Parameter: order.timestamp order.version order.manufacturer instantActions.timestamp instantActions.version instantActions.manufacturer state.timestamp state.version state.manufacturer visualization.timestamp visualization.version visualization.manufacturer connection.timestamp connection.version connection.manufacturer</p>
<i>idLen</i>	uint32	<p>Maximale Länge von ID-Strings.</p> <p>Betroffene Parameter: order.orderId order.zoneSetId node.nodeId nodePosition.mapId action.actionId edge.edgeId edge.startNodeId edge.endNodeId</p>
<i>idNumericalOnly</i>	boolean	Wenn "true", dürfen ID-Strings nur numerische Zeichen enthalten.
<i>enumLen</i>	uint32	<p>Maximale Länge von ENUM- und Key-Strings.</p> <p>Betroffene Parameter: action.actionType action.blockingType edge.direction actionParameter.key state.operatingMode load.loadPosition load.loadType actionState.actionStatus error.errorType error.errorLevel errorReference.referenceKey info.infoType info.infoLevel safetyState.eStop connection.connectionState</p>
<i>loadIdLen</i>	uint32	Maximale Länge von loadId Strings

Feld	Datentyp	Beschreibung
Feld	Datentyp	Beschreibung
}		
maxArrayLens {	JSON-object	Maximale Länge von Arrays.
<i>order.nodes</i>	uint32	Maximale Anzahl von Knoten pro Auftrag, die vom FTF verarbeitet werden können.
<i>order.edges</i>	uint32	Maximale Anzahl von Kanten pro Auftrag, die vom FTF verarbeitet werden können.
<i>node.actions</i>	uint32	Maximale Anzahl der Aktionen pro Knoten, die vom FTF verarbeitet werden können.
<i>edge.actions</i>	uint32	Maximale Anzahl der Aktionen pro Kante, die vom FTF verarbeitet werden können.
<i>actions.actionsParameters</i>	uint32	Maximale Anzahl von Parametern pro Aktion, die vom FTF verarbeitet werden können.
<i>instantActions</i>	uint32	Maximale Anzahl von Sofortaktionen pro Nachricht, die vom FTF verarbeitet werden können.
<i>trajectory.knotVector</i>	uint32	Maximale Anzahl von Knoten pro Trajektorie, die vom FTF verarbeitet werden können.
<i>trajectory.controlPoints</i>	uint32	Maximale Anzahl der Kontrollpunkte pro Trajektorie, die vom FTF verarbeitet werden können.
<i>state.nodeStates</i>	uint32	Maximale Anzahl der vom FTF gesendeten nodeStates, maximale Anzahl der Knoten in der Basis des FTF.
<i>state.edgeStates</i>	uint32	Maximale Anzahl der vom FTF gesendeten Kantenzustände, maximale Anzahl der Kanten in der FTF-Basis.
<i>state.loads</i>	uint32	Maximale Anzahl der vom FTF gesendeten Lastobjekte.
<i>state.actionStates</i>	uint32	Maximale Anzahl der vom FTF gesendeten actionStates.
<i>state.errors</i>	uint32	Maximale Anzahl der von der FTF gesendeten Fehler in einer Zustandsmeldung.
<i>state.information</i>	uint32	Maximale Anzahl der von der FTF gesendeten Informationen in einer Zustandsmeldung.
<i>error.errorReferences</i>	uint32	Maximale Anzahl der von der FTF gesendeten Fehlerreferenzen für jeden Fehler.

Feld	Datentyp	Beschreibung
<i>information. infoReferences</i>	uint32	Maximale Anzahl der vom FTF gesendeten Informationsreferenzen für jede Information.
}		
timing {	JSON-object	Angaben zum Zeitplan.
minOrderInterval	float32	[s], Mindestintervall für das Senden von Auftragsmeldungen an das FTF.
minStateInterval	float32	[s], Mindestintervall für das Senden von Zustandsmeldungen.
<i>defaultStateInterval</i>	float32	[s], Standardintervall für das Senden von Zustandsmeldungen, wenn nicht definiert, wird der Standardwert aus dem Hauptdokument verwendet.
<i>visualizationInterval</i>	float32	[s], Standardintervall für das Senden von Meldungen zum Topic der Visualisierung.
}		

agvProtocolFeatures

Dieses JSON-Objekt definiert Aktionen und Parameter, die vom FTF unterstützt werden.

Feld	Datentyp	Beschreibung
optionalParameters [optionalParameter]	Array of JSON-object	Liste der unterstützten und/oder erforderlichen optionalen Parameter. Bei optionalen Parametern, die hier nicht aufgeführt sind, wird davon ausgegangen, dass sie vom FTF nicht unterstützt werden.
{		
parameter	string	Vollständiger Name des optionalen Parameters, z. B. "order.nodes.nodePosition.allowedDeviationTheta".
support	enum	Art der Unterstützung für den optionalen Parameter, die folgenden Werte sind möglich: SUPPORTED: Der optionale Parameter wird wie angegeben unterstützt. REQUIRED: Der optionale Parameter ist für den ordnungsgemäßen FTF-Betrieb erforderlich.

Feld	Datentyp	Beschreibung
<i>description</i>	string	Freitext: Beschreibung des optionalen Parameters, z.B.: Grund, warum der optionale Parameter "direction" für diesen FTF-Typ erforderlich ist und welche Werte er enthalten kann. Der Parameter 'nodeMarker' darf nur vorzeichenlose Integer-Zahlen enthalten. Die NURBS-Unterstützung ist auf Geraden und Kreissegmente beschränkt.
}		
agvActions [agvAction]	Array of JSON-object	Liste aller Aktionen mit Parametern, die von diesem FTF unterstützt werden. Dazu gehören die in VDA5050 spezifizierten Standardaktionen und herstellerspezifische Aktionen.
{		
actionType	string	Eindeutiger actionType entsprechend action.actionType.
actionDescription	string	Freiformtext: Beschreibung der Aktion.
actionScopes	array of enum	Liste der zulässigen Bereiche für die Verwendung dieses Aktionstyps. INSTANT: verwendbar als instantAction. NODE: verwendbar für Knoten. EDGE: Verwendbar für Kanten. Zum Beispiel: ["INSTANT", "NODE"]
actionParameters [actionParameter]	Array of JSON-object	Liste der Parameter Wenn nicht definiert, hat die Aktion keine Parameter
{		
key	string	Schlüsselbegriff für Parameter.
valueDataType	enum	Datentyp des Wertes, mögliche Datentypen sind: BOOL, NUMBER, INTEGER, FLOAT, STRING, OBJECT, ARRAY.
description	string	Freiformtext: Beschreibung des Parameters.
isOptional	boolean	"true": optionaler Parameter.
}		
resultDescription	string	Freitext: Beschreibung des resultDescription.
}		

agvGeometry

Dieses JSON-Objekt definiert die Geometrieeigenschaften des FTF, z.B. die Umriss und Radpositionen.

Feld	Datentyp	Beschreibung
<i>wheelDefinitions [wheel-Definition]</i>	Array of JSON-object	Liste der Räder, enthält die Anordnung und die Geometrie der Räder.
{		
type	enum	Rädertyp DRIVE, CASTER, FIXED, MECANUM.
isActiveDriven	boolean	"true": Rad wird aktiv angetrieben.
isActiveSteered	boolean	"true": Rad ist aktiv gelenkt.
position {	JSON-object	
x	float64	[m], x-Position im FTF-Koordinatensystem
y	float64	[m], y-Position im FTF-Koordinatensystem
theta	float64	[rad], Ausrichtung des Rades im FTF-Koordinatensystem erforderlich für feststehende Räder.
}		
diameter	float64	[m], Nenndurchmesser des Rades.
width	float64	[m], Nennbreite des Rades.
centerDisplacement	float64	[m], Nennverschiebung des Radmittelpunkts zum Drehpunkt (erforderlich für Nachlaufäder). Wenn der Parameter nicht definiert ist, wird er mit 0 angenommen.
constraints	string	Freitext: kann vom Hersteller zur Definition von Randbedingungen verwendet werden.
}		
<i>envelopes2d [envelope2d]</i>	Array of JSON-object	Liste der FTF-Hüllkurven in 2D, z.B. die mechanischen Hüllkurven für den unbelasteten und den belasteten Zustand, die Sicherheitsfelder für verschiedene Geschwindigkeitsfälle.
{		
set	string	Name des Hüllkurvensatzes.
polygonPoints [polygonPoint]	Array of JSON-object	Hüllkurve als x/y-Polygonpolygon wird als geschlossen angenommen und muss sich nicht selbst schneiden.
{		
x	float64	[m], x-Position des Polygonpunktes.
y	float64	[m], y-Position des Polygonpunktes.
}		

Feld	Datentyp	Beschreibung
<i>description</i>	string	Freitext: Beschreibung des Hüllkurvensatzes.
}		
<i>envelopes3d [envelope3d]</i>	Array of JSON-object	Liste der FTF-Hüllkurven in 3D (deutsch: "Hüllkurven").
{		
set	string	Name des Hüllkurvensatzes.
format	string	Format der Daten, z.B. DXF.
data	JSON-object	3D-Hüllkurvendaten, Format angegeben in 'format'.
url	string	Protokoll und URL-Definition für das Herunterladen der 3D-Hüllkurvendaten, z.B. ftp://xxx.yyy.com/ac4dgvhoif5tghji.
<i>description</i>	string	Freitext: Beschreibung des Hüllkurvensatzes
}		

loadSpecification

Dieses JSON-Objekt gibt die Handhabung von Lasten und die unterstützten Lasttypen des FTF an.

Feld	Datentyp	Beschreibung
<i>loadPositions</i>	Array of String	Liste der Lastpositionen / Lastaufnahmemittel. Diese Liste enthält die gültigen Werte für den Parameter "state.loads[].loadPosition" und für den Aktionsparameter "lhd" der Aktionen pick und drop. Wenn diese Liste nicht existiert oder leer ist, hat das FTF kein Lastaufnahmemittel.
<i>loadSets [loadSet]</i>	Array of JSON-object	Liste der Lastensätze, die vom FTF gehandhabt werden können
{		
setName	string	Eindeutiger Name des Ladungssatzes, z.B. DEFAULT, SET1, usw.
loadType	string	Art der Last, z. B. EPAL, XLT1200, usw.
<i>loadPositions</i>	Array of String	Liste der Lastpositionen bzw. Lastaufnahmemittel, für die dieser Lastsatz gültig ist. Wenn dieser Parameter nicht vorhanden oder leer ist, gilt dieser Lastsatz für alle Lastaufnahmemittel auf diesem FTF.
<i>boundingBoxReference</i>	JSON-object	Bounding-Box-Referenz wie in Parameter loads[] in state-message definiert.

Feld	Datentyp	Beschreibung
<i>loadDimensions</i>	JSON-object	Abmessungen der Last, wie im Parameter loads[] in der Statusmeldung definiert.
<i>maxWeight</i>	float64	[kg], maximales Gewicht des Ladungstyps.
<i>minLoadhandlingHeight</i>	float64	[m], minimal zulässige Höhe für die Handhabung dieses Lasttyps und -gewicht Verweise auf boundingBoxReference.
<i>maxLoadhandlingHeight</i>	float64	[m], maximal zulässige Höhe für die Handhabung dieses Lasttyps und -gewichts Verweise auf boundingBoxReference.
<i>minLoadhandlingDepth</i>	float64	[m], minimal zulässige Tiefe für diesen Lasttyp und -gewicht Verweise auf BoundingBoxReference.
<i>maxLoadhandlingDepth</i>	float64	[m], maximal zulässige Tiefe für diesen Lasttyp und -gewicht Verweise auf BoundingBoxReference.
<i>minLoadhandlingTilt</i>	float64	[rad], minimal zulässige Neigung für diesen Lasttyp und -gewicht.
<i>maxLoadhandlingTilt</i>	float64	[rad], maximal zulässige Neigung für diesen Lasttyp und -gewicht.
<i>AGVspeedLimit</i>	float64	[m/s], maximal zulässige Geschwindigkeit für diesen Lasttyp und -gewicht.
<i>agvAccelerationLimit</i>	float64	[m/s ²], maximal zulässige Beschleunigung für diesen Lasttyp und -masse.
<i>agvDecelerationLimit</i>	float64	[m/s ²], maximal zulässige Verzögerung für diesen Lasttyp und -gewicht.
<i>pickTime</i>	float64	[s], ungefähre Zeit für das Aufnehmen der Last
<i>dropTime</i>	float64	[s], ungefähre Zeit für das Absetzen der Last.
<i>description</i>	string	Freitext: Beschreibung des Lastaufnahmемittels.
}		

7 Praktische Beispiele

Dieser Abschnitt enthält zusätzliche Informationen, die helfen sollen, ein gemeinsames Verständnis mit der Logik des Protokolls zu erreichen.

7.1 Fehlerreferenz

Tritt aufgrund eines fehlerhaften Auftrags ein Fehler auf, sollte das FTF einen sinnvollen Fehlerbezug im Feld `errorReference` (siehe Kapitel 6.10.6) zurückgeben. Hierunter fallen folgende Informationen:

- `headerId`
- `Topic` (Auftrag oder `instantAction`)
- `orderId` und `orderUpdateId`, wenn der Fehler durch ein Auftragsupdate verursacht wurde.
- `actionId`, wenn Fehler durch eine Aktion verursacht wurde.
- Liste der Parameter, wenn der Fehler durch fehlerhafte Aktionsparameter verursacht wurde.

Kann eine Aktion aufgrund externer Faktoren nicht durchgeführt werden (z.B. keine Ladung an erwarteter Stelle), sollte die `actionId` referenziert werden.

7.2 Parameterformat

Parameter für Fehler, Informationen und Aktionen sind als Array von JSON-Objekten mit Schlüssel-Wert-Paaren konzipiert. Ein Beispiel für das `actionParameter` von einer Aktion „someAction“ mit Schlüssel-Wert-Paar für `stationType` und `loadType`:

```
"actionParameters": [
  { "key": "stationType", "value": "floor" },
  { "key": "loadType", "value": "pallet_eu" }
]
```

Der Grund für die Verwendung des vorgeschlagenen Schemas `"key": "actualKey", "value": "actualValue"` besteht darin, die Implementierung generisch zu halten. Dies ist in mehreren Sitzungen gründlich und kontrovers diskutiert worden.

8 Glossar

8.1 Begriffsbeschreibung (deutsch)

Begriff	Beschreibung [ENG]	Beschreibung [DE]
Frei navigierendes FTF (engl.: Free navigation AGV)	<p>Vehicles that use a map to plan their own path.</p> <p>The master control sends only start and destination coordinates. The vehicle sends its path to the master control.</p> <p>When the communication to the master control is broken off, the vehicle is able to continue its journey.</p> <p>Free-navigation vehicles may be allowed to bypass local obstacles. It may also be possible that a fine adjustment of the receiving/dispensing position by the vehicle itself is carried out.</p>	<p>Fahrzeuge, die anhand einer Karte ihren Pfad selbst planen.</p> <p>Das Leitsystem schickt nur Start- und Zielkoordinaten.</p> <p>Das Fahrzeug schickt seinen Pfad an das Leitsystem.</p> <p>Beim Abbruch der Kommunikation zum Leitsystem ist es dem Fahrzeug möglich, seine Fahrt fortzusetzen.</p> <p>Frei navigierenden Fahrzeugen kann es erlaubt sein, locale Hindernisse zu umfahren.</p> <p>Ebenso kann es möglich sein, dass eine Feinjustierung der Aufnahme-/Abgabeposition durch das Fahrzeug selbst durchgeführt wird.</p>
Geführtes Fahrzeug (physisch oder virtuell) (engl.: Guided vehicles (physical or virtual))	<p>Vehicles that get their path sent by the master control.</p> <p>The calculation of the path takes place in the master control.</p> <p>When communication to the master control is broken off, the vehicle terminates its released nodes and edges (the "base") and then stops.</p> <p>Guided vehicles may be allowed to bypass local obstacles.</p> <p>It may also be possible that a fine adjustment of the receiving/dispensing position by the vehicle itself is carried out.</p>	<p>Fahrzeuge, die ihren Pfad vom Leitsystem geschickt bekommen.</p> <p>Die Berechnung des Pfads findet im Leitsystem statt.</p> <p>Beim Abbruch der Kommunikation zum Leitsystem beendet das Fahrzeug seine freigegebenen Knoten und Kanten (die „base“) und stoppt dann.</p> <p>Geführten Fahrzeugen kann es erlaubt sein, lokale Hindernisse zu umfahren. Ebenso kann es möglich sein, dass eine Feinjustierung der Aufnahme-/Abgabeposition durch das Fahrzeug selbst durchgeführt wird.</p>
Zentrale Karte (engl.:) Central map	<p>The maps that will be held centrally in the master control.</p> <p>This is initially created and then used.</p> <p>A future version of the interface will make it possible to transfer this map to the vehicles (e.g., for free navigation).</p>	<p>Die Karte, die zentral im Leitsystem vorgehalten wird.</p> <p>Diese wird initial erstellt und anschließend verwendet.</p> <p>Eine zukünftige Version der Schnittstelle wird es ermöglichen, diese Karte an die Fahrzeuge (z.B. für freie Navigation) zu übertragen.</p>

8.2 Glossar englisch - deutsch

Englisch	Deutsch
Base	Fahrt zum Entscheidungspunkt
Decision Point	Entscheidungspunkt
Edge	Kante
Event	Ereignis
Header	Kopfzeile
Horizon	Fahrt ab dem Entscheidungspunkt
Mastercontrol (MC)	Leitsteuerung
Node	Knoten
Order	Auftrag
Order Information	Auftragsinformation
System State	System Status
Topic	Themengebiet

Herausgeber Verband der Automobilindustrie
Behrenstraße 35, 10117 Berlin
www.vda.de

Copyright Verband der Automobilindustrie

Nachdruck und jede sonstige Form der Vervielfältigung
ist nur mit Angabe der Quelle gestattet.