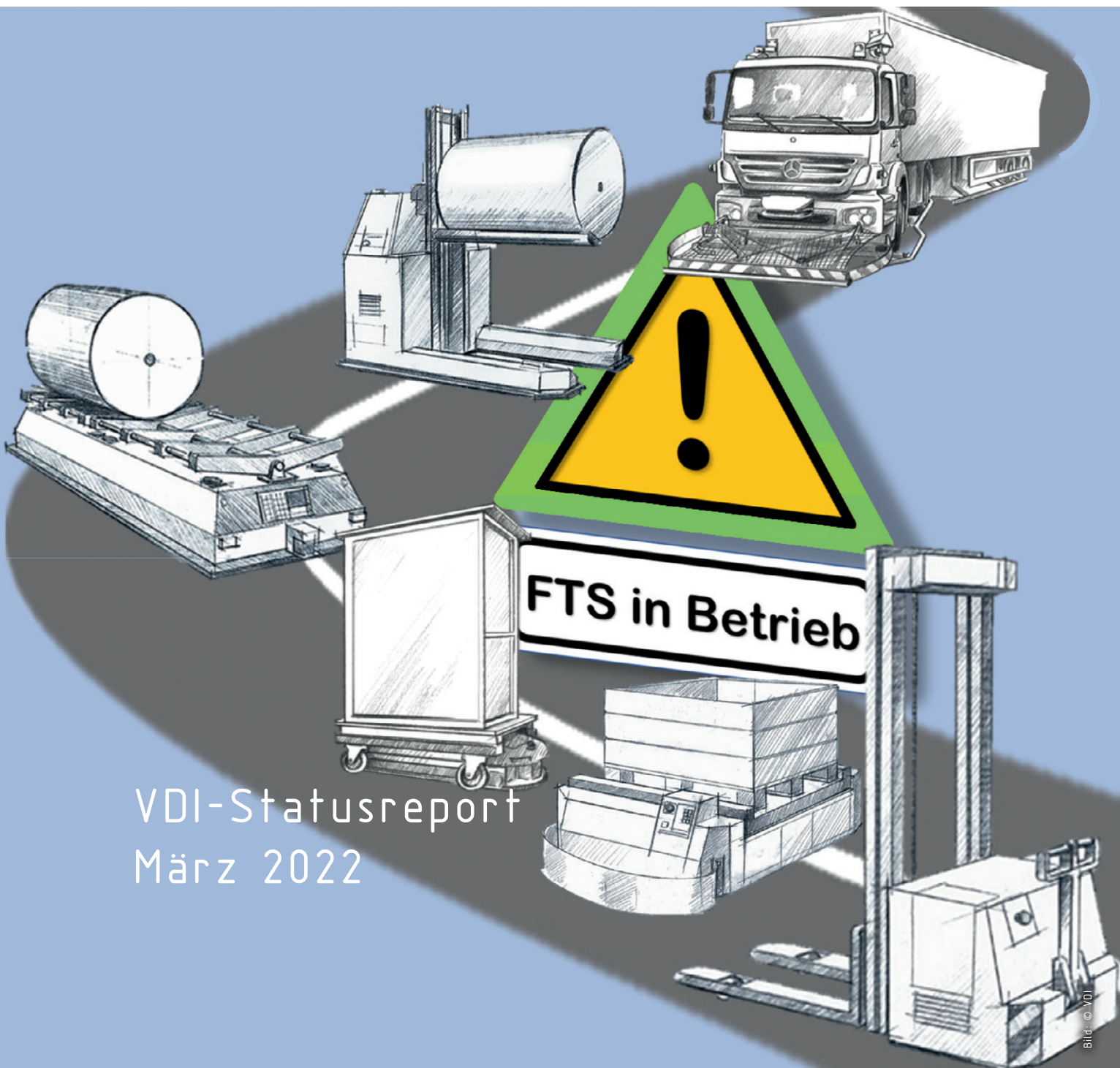


Fahrerlose Transportsysteme Leitfaden Phasen, Rollen und Akteure



VDI-Statusreport
März 2022

Vorwort

Dieser Statusreport beschreibt die Phasen, Rollen und Akteure in Projekten von Fahrerlosen Transportsystemen (kurz: FTS). Er gibt den Beteiligten eines FTS-Projekts eine Übersicht über alle innerhalb des Projekts zu besetzenden Rollen und den damit verbundenen Aufgaben und Verantwortlichkeiten.

Durch neue Möglichkeiten der Kommunikation zwischen den fahrerlosen Fahrzeugen und der Leitsteuerung ergeben sich komplexere Projektstrukturen, bei denen die Besetzung aller Rollen eines FTS-Projekts zunehmend wichtiger wird. Die Besetzung der Rollen

und die Definition der Verantwortlichkeiten sollte zu Beginn eines jeden FTS-Projekts definiert werden und stellt einen wichtigen ersten Planungsschritt dar.

Dieser Statusreport wurde erarbeitet durch den Arbeitskreis „Rollen“ unter Mitwirkung von David Korte (IFT, Universität Stuttgart), Marco Bernstein (AE Industry), Christian Fischmann (BASF), Patrick Leenen (dpm Daum + Partner Maschinenbau), Dr. Peter Tenerowicz-Wirth (Jungheinrich) sowie Dr. Günter Ullrich (Forum-FTS). Allen Mitwirkenden sei gedankt.

Düsseldorf im März 2022



Dr.-Ing. Günter Ullrich



Dipl.-Ing. David Korte

Zusammenfassung

Durch neue Möglichkeiten der Kommunikation zwischen Fahrzeugen und ihrer Leitsteuerung verändern sich die Strukturen von FTS-Projekten. Bisher waren in der Regel wenige Akteure in FTS-Projekte involviert und durch die Besetzung von Rollen für die Realisierung eines FTS verantwortlich. Zukünftig wird die Anzahl der Akteure und somit die Komplexität von FTS-Projekten zunehmen.

Der „Leitfaden Phasen, Rollen und Akteure“ soll dabei helfen, bei komplexer werdenden FTS-Projekten den Überblick über die zu besetzenden Rollen zu behalten. Mit den Rollen sind Verantwortungen verbunden, deren Übernahme zu Beginn eines jeden Projekts zu definieren sind.

Anhand von drei beispielhaften FTS-Projekten, die sich in ihrer Komplexität deutlich unterscheiden und so bei kleinen Unternehmen, aber auch bei großen Konzernen umgesetzt werden können, soll aufgezeigt werden, welche Rollen in den Projekten zu besetzen sind und welche Akteure dafür infrage kommen.

Die Beispiele zeigen, dass dieser „Leitfaden Phasen, Rollen und Akteure“ auch dazu anregen soll, insbesondere bei komplexen FTS-Projekten über den Tellerrand zu blicken und frühzeitig möglichst alle relevanten Beteiligten zu identifizieren und einzubinden. Nur so kann eine erfolgreiche Realisierung eines FTS-Projekts ermöglicht und sichergestellt werden.

Inhalt

Vorwort	1
Zusammenfassung	2
Inhalt	3
1 Einleitung	4
1.1 Rechtlicher Hinweis	4
1.2 Motivation	4
1.3 Zielgruppe	4
2 Begriffe	5
2.1 Fahrerloses Transportsystem	5
2.2 FTS-Projekt	5
3 Rollen in einem FTS-Projekt	7
3.1 Rollen in der Planungsphase	7
3.2 Rollen in der Beschaffungsphase	8
3.3 Rollen in der Einführungsphase	10
3.4 Rollen in der Betriebsphase	11
4 Beispiele für FTS-Projekte	13
4.1 Einfaches FTS-Projekt zum automatisierten Transport	14
4.2 Klassisches FTS-Projekt in einer Produktionsanlage	15
4.3 Komplexes FTS-Projekt, z. B. bei einem Automobilhersteller	16
Schrifttum	17

1 Einleitung

1.1 Rechtlicher Hinweis

Aus den folgenden Ausführungen lassen sich keinerlei Ansprüche – gleich aus welchem Rechtsgrund – ableiten. Eine rechtsverbindliche Zusicherung der Vollständigkeit der Darstellung besteht nicht.

1.2 Motivation

Fahrerlose Transportsysteme (FTS) und die mobile Robotik werden zu immer wichtigeren Säulen einer modernen Intralogistik. Die Anbietermärkte wachsen und verändern sich. Standardisierte Kommunikationsschnittstellen zwischen den Fahrzeugen und der Leitsteuerung führen zu veränderten Projektstrukturen. Die Aufgabe eines erfolgreichen Projektmanagements wird immer anspruchsvoller.

Dieser „Leitfaden Phasen, Rollen und Akteure“ gibt den Beteiligten eines FTS-Projekts eine Übersicht über alle innerhalb des Projekts zu besetzenden Rollen und den damit verbundenen Aufgaben und Verantwortlichkeiten. Durch neue Möglichkeiten der Kommunikation zwischen den fahrerlosen Fahrzeu-

gen und der Leitsteuerung ergeben sich komplexere Projektstrukturen, bei denen die Besetzung aller Rollen eines FTS-Projekts zunehmend wichtiger wird. Die Besetzung der Rollen und die Definition der Verantwortlichkeiten stellt einen wichtigen ersten Planungsschritt dar und sollte zu Beginn eines jeden FTS-Projekts definiert werden.

1.3 Zielgruppe

Dieser „Leitfaden Phasen, Rollen und Akteure“ richtet sich vornehmlich an alle, die an einem FTS-Projekt im industriellen Umfeld beteiligt sind. Dabei kann es sich um den Betreiber eines FTS, verschiedene Lieferanten, Inbetriebnehmende oder auch Generalunternehmen handeln. Er gibt Hinweise an alle Projektbeteiligten für die Konzeption, Entwicklung, die erstmalige Inbetriebnahme und die Abnahme sowie den Betrieb des Gesamtsystems. Auch die unterschiedliche Komplexität von FTS-Projekten wurde bei der Erstellung dieses „Leitfaden Phasen, Rollen und Akteure“ berücksichtigt, sodass er in einem sehr breiten Spektrum angewendet werden kann.

2 Begriffe

2.1 Fahrerloses Transportsystem

Fahrerlose Transportsysteme (kurz: FTS) sind flurgebundene Systeme, die innerbetrieblich innerhalb und außerhalb von Gebäuden eingesetzt werden können. Sie bestehen im Wesentlichen aus einem oder mehreren automatisch gesteuerten, berührungslos geführten Fahrzeugen (kurz: FTF) mit eigenem Fahrtrieb und bei Bedarf aus

- einer Leitsteuerung,
- Einrichtungen zur Standortbestimmung und Lageerfassung,
- Einrichtungen zur Datenübertragung sowie
- einer Infrastruktur und peripheren Einrichtungen.

Die wesentliche Aufgabe eines FTS ist der automatisierte Materialtransport. Im weiteren Sinne zählen zu FTS auch solche Systeme, die für Dienstleistungsaufgaben wie Handhabung, Überwachung, Reinigung, mobile Auskunft und Führung – auch in öffentlich zugänglichen Bereichen – eingesetzt werden.

Anmerkung: Ausgenommen hiervon sind Geräte, die als Verbraucherprodukte gemäß Produktsicherheitsgesetz für Privatpersonen auf dem Markt bereitgestellt werden.

2.1.1 Fahrerloses Fahrzeug

Ein fahrerloses Fahrzeug (kurz: FTF) ist im Sinne der Richtlinien VDI 2510 und der VDI 2710 ein angetriebenes Fahrzeug einschließlich Ladung für FTS; konstruiert und gebaut, um automatisch zu fahren, wobei die Sicherheit des Betriebs nicht von einer fahrenden, einer bedienenden oder einer steuernden Person abhängt.

2.1.2 FTS-Leitsteuerung

Eine FTS-Leitsteuerung übernimmt die automatisierte Koordination mehrerer fahrerloser Fahrzeuge und dient der Integration des FTS in die innerbetrieblichen Abläufe.

2.1.3 Infrastruktur

Zur Infrastruktur gehören der Boden im Bereich der Fahrwege, die Übergabestationen inklusive der Stell-

plätze, die Einrichtung zur Energieversorgung – wie Batterieladestationen oder Batteriewechselstationen – und Einrichtungen zur drahtlosen Kommunikation, wie WLAN oder 5G.

2.1.4 Periphere Einrichtungen

Zu den peripheren Einrichtungen gehören unter anderem Türen, Tore, stationäre Fördertechnik, Batterieladestationen, Aufzüge, Heber und Krananlagen.

2.2 FTS-Projekt

Unter einem FTS-Projekt wird ein einmaliges Vorhaben, welches das Ziel der Automatisierung eines Materialflusses hat und durch bestimmte Aufgaben gekennzeichnet ist, subsumiert. Aufgrund ihrer Komplexität benötigen FTS-Projekte in der Regel ein besonderes Projektmanagement.

2.2.1 Phasen

FTS-Projekte können, wie in der Richtlinie VDI 2710 Blatt 6 „Einführung und Betrieb eines fahrerlosen Transportsystems (FTS)“ dargestellt, in die Planungsphase, die Beschaffungsphase, die Einführungsphase und die Betriebsphase unterteilt werden, siehe Bild 1. In diesen vier Phasen fallen unterschiedliche Aufgaben an, die von den beteiligten Akteuren erledigt werden müssen.

2.2.2 Rollen

Eine Rolle im Sinne dieses „Leitfaden Phasen, Rollen und Akteure“ bezeichnet eine Funktion, die von einer Organisationseinheit oder einer Person während der Laufzeit eines FTS-Projekts temporär übernommen wird. Die Rolle ist mit Aufgaben und Verantwortungen verbunden, die auch delegiert werden können.

2.2.3 Akteure

Die an einem FTS-Projekt beteiligten Organisationseinheiten werden als Akteure bezeichnet. Dabei kann es sich um Abteilungen beziehungsweise um Personen innerhalb des Unternehmens des FTS-Betreibers oder um externe Unternehmen handeln. Zu den möglichen Akteuren zählen:

- Betreiber eines FTS
- Beratende, die den Betreiber bei der Planung und Realisierung eines FTS-Projekts unterstützen
- Simulationsdienstleister, der Simulationsmodelle für die Planung und Optimierung von FTS erstellt und Aussagen über die Dimensionierung und technische Auslegung des FTS trifft
- Lieferant eines oder mehrerer fahrerloser Fahrzeuge
- Lieferant einer Leitsteuerung zur Steuerung des Betriebs eines oder mehrerer fahrerloser Fahrzeuge
- Lieferant von Komponenten zur Datenübertragung (z. B. WLAN) zwischen den fahrerlosen Fahrzeugen und der Leitsteuerung oder peripheren Einrichtungen
- Lieferant von Infrastruktur und peripheren Einrichtungen, die für den Betrieb des FTS erforderlich sind, z. B. Reflektormarken für die Navigation, Bodenmarkierungen, Ladeinfrastruktur
- Lieferant von FTS, bestehend aus mindestens einem fahrerlosen Fahrzeug, gegebenenfalls einer Leitsteuerung und Infrastruktur
- Inbetriebnehmende, die in einem Projekt die Inbetriebnahme von Fahrzeugen, der Leitsteuerung, von Komponenten zur Datenübertragung oder der Infrastruktur und peripheren Einrichtungen übernehmen

- Generalunternehmer, die in einem Projekt die Hauptverantwortung für die Ausführung der Gewerke, wie FTS, Fördertechnik, Lager oder Arbeitsstationen, übernehmen und für seine Ausführung weitere Firmen beauftragen

Nicht alle der genannten Akteure müssen an einem FTS-Projekt beteiligt sein. Abhängig ist dies insbesondere von der Komplexität des Projekts. Beispiele dafür finden sich in Abschnitt 4.

2.2.4 Lastenheft

Das Lastenheft beschreibt ergebnisorientiert die Gesamtheit der Forderungen an die Lieferungen und Leistungen eines Auftragnehmers. Grundsätzlich sollte die Auftraggeberin bzw. der Auftraggeber das Lastenheft formulieren. Es dient dann als Grundlage für die Ausschreibung und wird auch als Leistungsverzeichnis bezeichnet. In komplexen Projekten können mehrere Lastenhefte für einzelne Gewerke oder Ausbaustufen existieren. Weitere Informationen zu Ausführung und Inhalt sind in VDI 2710 „Ganzheitliche Planung von Fahrerlosen Transportsystemen (FTS)“ verfügbar.

2.2.5 Pflichtenheft

Das Pflichtenheft wird vom jeweiligen Auftragnehmer erstellt und beinhaltet die technische Umsetzung des Lastenheftes. Es wird nach der Auftragsvergabe finalisiert und freigegeben. Es ist bindend für Auftraggebende und Auftragnehmer.

3 Rollen in einem FTS-Projekt

Die Zuordnung der Rollen (siehe Abschnitt 2.2.2) zu den vier Phasen eines FTS-Projekts kann Bild 1 entnommen werden. Eine Zuordnung typischer Akteure zu den Rollen wird am Ende jeder Projektphase vorgenommen.

3.1 Rollen in der Planungsphase

Mögliche Akteure für die Rollen der Planungsphase zeigt Tabelle 1.

3.1.1 Strategie

Der Strategie beschäftigt sich mit den strategischen Vorüberlegungen zum Intralogistikkonzept. Grundlage dafür sind individuelle Unternehmensziele und die Anforderungen an die Intralogistik. Bei den strategischen Vorüberlegungen werden unter anderem technologische und finanzielle Rahmenbedingungen definiert, Arbeitsabläufe dargestellt und relevante Kennzahlen erhoben.

Weiterführende Richtlinien

- VDI 2710 Ganzheitliche Planung von Fahrerlosen Transportsystemen (FTS)
- VDI 2710 Blatt 1 Ganzheitliche Planung von Fahrerlosen Transportsystemen (FTS) – Entscheidungskriterien für die Auswahl eines Fördersystems
- VDI 2710 Blatt 4 Analyse der Wirtschaftlichkeit Fahrerloser Transportsysteme (FTS)

3.1.2 Grobplaner

Der Grobplaner führt erste, auf den strategischen Vorüberlegungen basierende, Planungen durch. Es erfolgt eine grobe Systemauswahl, bei der technische und wirtschaftliche Kriterien berücksichtigt werden. Unter Berücksichtigung der Materialflussbeziehungen, dem Transportaufkommen sowie möglicher Fahr- und Laufwege werden ein grobes Layout erstellt sowie geeignete Fahrzeugtypen definiert. Aus organisatorischer Sicht sollen die Projektstruktur definiert und die zu besetzenden Rollen identifiziert werden.

Weiterführende Richtlinie

- VDI 2710 Blatt 2 FTS-Checkliste – Planungshilfe für Betreiber und Hersteller von Fahrerlosen Transportsystemen (FTS)

3.1.3 Feinplaner

Der Feinplaner detailliert die zuvor durchgeführten ersten Planungsschritte. In Abhängigkeit des Komplexitätsgrads des FTS-Projekts erfolgt z. B. unter Zuhilfenahme einer dynamischen Simulation die detaillierte Planung des Layouts und die Berechnung der Fahrzeuganzahl, unter Berücksichtigung der möglichen Fahrwege sowie möglicher Gefährdungen für Personen (Safety-Konzept). Weitere Aufgaben sind die FTS-gerechte Gebäudeplanung, die Anbindung des FTS an die Infrastruktur und die peripheren Einrichtungen sowie die Planung der Materialflusssteuerung.



Bild 1. Phasen und Rollen eines FTS-Projekts

Weiterführende Richtlinien

- VDI 2510 Blatt 1 Infrastruktur und periphere Einrichtungen für Fahrerlose Transportsysteme (FTS)
- VDI 2710 Blatt 3 Einsatzgebiete der Simulation für Fahrerlose Transportsysteme (FTS)

3.1.4 Lastenheftersteller

Der Lastenheftersteller ist für die Erstellung des Lastenhefts verantwortlich. Das Lastenheft dient als Basisdokument für die Ausschreibung und ermöglicht einen Angebotsvergleich. In Abhängigkeit der Komplexität des FTS-Projekts können mehrere Lastenhefte erforderlich sein.

Weiterführende Richtlinien

- VDI 2519 Blatt 1 Vorgehensweise bei der Erstellung von Lasten-/Pflichtenheften
- VDI 2519 Blatt 2 Lasten-/Pflichtenheft für den Einsatz von Förder- und Lagersystemen
- VDI/VDE 3694 Lastenheft/Pflichtenheft für den Einsatz von Automatisierungssystemen

3.2 Rollen in der Beschaffungsphase

Mögliche Akteure für die Rollen der Beschaffungsphase zeigt Tabelle 2.

Tabelle 1. Mögliche Akteure für die Rollen der Planungsphase

Akteur \ Rolle	Betreiber	Berater	Simulationsdienstleister	Lieferant Fahrzeug	Lieferant Leitsteuerung	Lieferant FTS	Lieferant Komponenten Datenübertragung	Lieferant Infrastruktur und periphere Einrichtungen	Inbetriebnehmer	Generalunternehmer
Strategie	X	X				X				X
Grobplaner	X	X				X				X
Feinplaner	X	X	X			X				X
Lastenheftersteller	X	X								

3.2.1 Lieferant

Die Rolle des Lieferanten kann in einem FTS-Projekt mehrfach und von unterschiedlichen Akteuren der Lieferkette besetzt sein. Zu liefern sind entweder das FTS als ein Gesamtsystem oder Einzelgewerke wie die Fahrzeuge, die Komponenten zur Datenübertragung, die Leitsteuerung, die Infrastruktur und periphere Einrichtungen.

3.2.2 Angebotsersteller

Die Rolle des Angebotserstellers kann in einem FTS-Projekt mehrfach und von unterschiedlichen Akteuren besetzt sein. Der Angebotsersteller hat die Aufgabe, auf Basis des vorliegenden Lastenhefts ein entsprechendes Angebot zu erstellen.

3.2.3 Angebotsprüfer

Der Angebotsprüfer hat die Aufgabe, die eingegangenen Angebote vergleichbar zu machen und zu bewerten. Berücksichtigt werden dabei technische und wirtschaftliche Kriterien im Abgleich mit dem bzw. den Lastenheften. Daneben sollten aber auch Softskills, z. B. die Art der Ausschreibungsbeantwortung, die Lieferantenbewertung oder auch der Innovationsgrad, in die Bewertung einfließen. Der Angebotsprüfer ist auch verantwortlich für die Organisation und Durchführung der Bietertage sowie die Steuerung und Moderation der Angebotsüberarbeitungen.

Weiterführende Richtlinien

VDI 2710 Ganzheitliche Planung von Fahrerlosen Transportsystemen (FTS)

3.2.4 Auftraggeber

Die Rolle des Auftraggebers umfasst die Verantwortung für die Beauftragung des Gesamtsystems beziehungsweise der einzelnen Gewerke.

3.2.5 Auftragnehmer

Die Rolle des Auftragnehmers kann in einem FTS-Projekt mehrfach und von unterschiedlichen Akteuren besetzt sein. Sie beinhaltet das Entgegennehmen der Aufträge.

3.2.6 Pflichtenheftersteller

Die Rolle des Pflichtenhefterstellers kann in einem FTS-Projekt mehrfach und von unterschiedlichen

Akteuren besetzt sein. Der Pflichtenheftersteller ist verantwortlich für die Erstellung eines oder mehrerer Pflichtenhefte.

Weiterführende Richtlinien

- VDI 2519 Blatt 1 Vorgehensweise bei der Erstellung von Lasten-/Pflichtenheften
- VDI 2519 Blatt 2 Lasten-/Pflichtenheft für den Einsatz von Förder- und Lagersystemen
- VDI/VDE 3694 Lastenheft/Pflichtenheft für den Einsatz von Automatisierungssystemen

3.2.7 Pflichtenheftprüfer

Die Rolle des Pflichtenheftprüfers kann in einem FTS-Projekt mehrfach und von unterschiedlichen Akteuren besetzt sein und ist für die Überprüfung, Diskussion und Freigabe des Pflichtenhefts beziehungsweise der Pflichtenhefte verantwortlich.

Tabelle 2. Mögliche Akteure für die Rollen der Beschaffungsphase

Akteur \ Rolle	Betreiber	Berater	Simulationsdienstleister	Lieferant Fahrzeug	Lieferant Leitsteuerung	Lieferant FTS	Lieferant Komponenten Datenübertragung	Lieferant Infrastruktur und periphere Einrichtungen	Inbetriebnehmer	Generalunternehmer
Lieferant	X			X	X	X	X	X		X
Angebotsersteller			X	X	X	X	X	X		X
Angebotsprüfer	X	X								
Auftraggeber	X	X								
Auftragnehmer			X	X	X	X	X	X		X
Pflichtenheftersteller			X	X	X	X	X	X		X
Pflichtenheftprüfer	X	X								

3.3 Rollen in der Einführungsphase

Mögliche Akteure für die Rollen der Einführungsphase zeigt Tabelle 3.

3.3.1 Integrator

Die Rolle des Integrators kann in einem FTS-Projekt mehrfach und von unterschiedlichen Akteuren besetzt sein. Der Integrator bzw. die Integratoren sind verantwortlich für das Zusammenwirken der einzelnen Gewerke des Projekts und deren Schnittstellen untereinander. Zu berücksichtigen sind die Schnittstellen zwischen den fahrerlosen Fahrzeugen untereinander, zur Leitsteuerung sowie gegebenenfalls zu peripheren Einrichtungen, zwischen der Leitsteuerung und den übergeordneten Systemen sowie zwischen der Leitsteuerung und den peripheren Einrichtungen.

Weiterführende Richtlinien

- VDI 2510 Blatt 3 Fahrerlose Transportsysteme (FTS) – Schnittstellen zu Infrastruktur und peripheren Einrichtungen
- VDI 2710 Blatt 6 Einführung und Betrieb eines fahrerlosen Transportsystems (FTS)

3.3.2 Inbetriebnehmer

Die Rolle des Inbetriebnehmers kann in einem FTS-Projekt mehrfach und von unterschiedlichen Akteuren besetzt sein. Der Inbetriebnehmer ist für die Installation und die Funktionsprüfung, also das in Betrieb nehmen und den Probetrieb der jeweiligen Gewerke, verantwortlich.

Weiterführende Richtlinien

- VDI 2710 Blatt 5 Abnahmeregeln für Fahrerlose Transportsysteme (FTS)

3.3.3 Safety-Checker

Der Safety-Checker ist für die Durchführung der Sicherheits-Abnahme des gesamten FTS verantwort-

lich. Er überprüft die Einhaltung sämtlicher geltenden und relevanten Normen und Richtlinien. Dies beinhaltet auch die einzelnen Gewerke.

Weiterführende Richtlinien

- VDI 2510 Blatt 2 Fahrerlose Transportsysteme (FTS) – Sicherheit von FTS

3.3.4 Abnehmer Gesamtsystem

Der Abnehmer des Gesamtsystems ist verantwortlich für die Vorbereitung der durchzuführenden Abnahme mithilfe der im FTS-Projekt vorliegenden Dokumente, wie dem Pflichtenheft oder dem Auftrag. Die Abnahme einzelner Gewerke, wie der fahrerlosen Fahrzeuge, kann bereits beim Hersteller erfolgen. Am Einsatzort erfolgt dann zur Abnahme die Durchführung der Funktionstests der Teilsysteme (Fahrzeuge, Infrastruktur, periphere Einrichtungen sowie deren Schnittstellen untereinander) und des Gesamtsystems sowie die Abnahme der Leistungsfähigkeit (Leistung, Verfügbarkeit und Qualität).

Weiterführende Richtlinien

- VDI 2710 Blatt 5 Abnahmeregeln für Fahrerlose Transportsysteme (FTS)

3.3.5 Gewährleistungs-Geber

Die Rolle des Gewährleistungs-Gebers kann in einem FTS-Projekt mehrfach und von unterschiedlichen Akteuren besetzt sein. Der jeweilige Gewährleistungs-Geber übernimmt die Gewährleistung für das Gesamtsystem oder Teilen davon für einen definierten Zeitraum. Dies beginnt in der Regel mit dem Zeitpunkt der Abnahme des Gesamtsystems bzw. der einzelnen Gewerke.

Weiterführende Richtlinien

- VDI 2710 Blatt 5 Abnahmeregeln für Fahrerlose Transportsysteme (FTS)

Tabelle 3. Mögliche Akteure für die Rollen der Einführungsphase

Akteur \ Rolle	Betreiber	Berater	Simulationsdienstleister	Lieferant Fahrzeug	Lieferant Leitsteuerung	Lieferant FTS	Lieferant Komponenten Datenübertragung	Lieferant Infrastruktur und periphere Einrichtungen	Inbetriebnehmer	Generalunternehmer
Integrator	X			X	X	X	X	X	X	X
Inbetriebnehmer	X			X	X	X	X	X	X	X
Safety-Checker	X	X		X		X				X
Abnehmer Gesamtsystem	X	X				X				X
Gewährleistungs-Geber				X	X	X	X	X		X

3.4 Rollen in der Betriebsphase

3.4.1 Betreiber

In diesem „Leitfaden Phasen, Rollen und Akteure“ wird der Betreiber eines FTS als eine dem Arbeitgeber untergeordnete Organisationseinheit betrachtet. Der Arbeitgeber hat alle für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer erforderlichen Maßnahmen zu treffen.

Ein Arbeitgeber ist jede natürliche oder juristische Person, die als Vertragspartei des Beschäftigungsverhältnisses mit dem Arbeitnehmer die Verantwortung für das Unternehmen z. B. den Betrieb trägt [siehe Artikel 3b, Arbeitsschutzrahmenrichtlinie 89/391/EWG].

Der Betreiber ist für die Sicherstellung eines optimalen und sicheren Betriebs verantwortlich. Dies beinhaltet die Durchführung der Mitarbeitererweisung, die Gefährdungsbeurteilung, die Planung und Durchführung der regelmäßigen Sicherheitsüberprüfungen, die Planung der Ersatzteilversorgung, das Fehlermanagement, die Störungsbeseitigung sowie die Aufrechterhaltung der Transportleistung des FTS im Not- und Notfallbetrieb.

Weiterführende Richtlinien

- VDI 2710 Blatt 6 Einführung und Betrieb eines fahrerlosen Transportsystems (FTS)

3.4.2 Instandhalter

Die Rolle des Instandhalters kann in einem FTS-Projekt mehrfach und von unterschiedlichen Akteuren besetzt sein.

Der Instandhalter ist für alle technischen und administrativen Maßnahmen verantwortlich, die dem Erhalt oder der Wiederherstellung des funktionsfähigen Zustands aller Gewerke des FTS während des gesamten Lebenszyklus dienen.

3.4.3 Gutachter

Falls in einem FTS-Projekt Differenzen zwischen Akteuren auftreten kann der Einsatz eines Gutachters erforderlich werden. Die Rolle des Gutachters ist daher bei FTS-Projekten optional zu besetzen. Die Zuständigkeit kann sich über alle Phasen eines Projekts erstrecken.

Tabelle 4. Mögliche Akteure für die Rollen der Betriebsphase

Akteur / Rolle	Betreiber	Berater	Simulationsdienstleister	Lieferant Fahrzeug	Lieferant Leitsteuerung	Lieferant FTS	Lieferant Komponenten Datenübertragung	Lieferant Infrastruktur und periphere Einrichtungen	Inbetriebnehmer	Generalunternehmer
Betreiber	X			X	X	X	X	X		X
Instandhalter	X			X	X	X	X	X		X
Gutachter	X	X		X		X				X

4 Beispiele für FTS-Projekte

Zur exemplarischen Anwendung dieses „Leitfadens Phasen, Rollen und Akteure“ werden drei beispielhafte FTS-Projekte vorgestellt, anhand derer auch die unterschiedliche Komplexität von FTS-Projekten verdeutlicht werden soll. Die folgenden Beispiele für typische FTS-Projekte sollen die Relevanz und Aktualität dieses „Leitfadens Phasen, Rollen und Akteure“ verdeutlichen. Generell war und ist die Komplexität von FTS-Projekten höchst unterschiedlich.

So ist im **Beispiel 1** eine einfache FTS-Lösung beschrieben, mit der lediglich eine Quelle-Senke-Verbindung z. B. mit Euro-Paletten realisiert wird. Das System besteht aus einem oder zwei Gabelhub-Fahrzeugen, die mit Tastern zur Fahrt von A nach B und zurück beauftragt werden. Die Be- und Entladung erfolgt manuell. Eine FTS-Leitsteuerung ist nicht erforderlich. Der Betreiber beauftragt üblicherweise einen Fahrzeug-Lieferanten mit der Konzeption, Lieferung und Inbetriebnahme.

Eine klassische FTS-Lösung beschreibt **Beispiel 2**: Hier gibt es eine Matrix aus Quellen und Senken, die wahlfrei von einer Flotte von Fahrzeugen automatisch bedient wird. Wichtig sind also die automatische Lastaufnahme und -abgabe sowie ein Verkehrskonzept und eine Fahrzeugdisposition, die von einer zentralen Leitsteuerung ausgeführt werden. Typischerweise plant ein FTS-Lieferant die Abläufe und konzipiert und realisiert die komplette Anlage. Der FTS-Lieferant übernimmt die Inbetriebnahme, führt die Abnahmetests durch und zeichnet verantwortlich für die Anlage. Während des gesamten FTS-Projekts ist der Lieferant der Ansprechpartner für den Betreiber; die Zuständigkeiten sind klar. Wenn die Verantwortung des Betriebs der Anlage mit dem Gefahrenübergang auf den Betreiber übergeht, tut dieser sich vergleichsweise leicht, weil er während der Realisierungsphase einen FTS-kompetenten Partner an seiner Seite hatte.

Die Existenz von standardisierten Datenschnittstellen zwischen Fahrzeugen und FTS-Leitsteuerung ermöglicht insofern neue Projektstrukturen, als dass die Leitsteuerung nicht mehr zusammen mit den Fahrzeugen vom Lieferanten der fahrerlosen Fahrzeuge geliefert werden muss. Das bringt Vorteile für den Betreiber, da er bei der Wahl des/der Fahrzeuglieferanten freier ist und eine einzige zentrale FTS-Leitsteuerung zum Ansteuern mehrerer Fahrzeuge unterschiedlicher Lieferanten einsetzen kann. Damit reduziert er seinen Aufwand bei den Inbetriebnahmen (Ankopplung nur einer FTS-Leitsteuerung an das übergeordnete ERP-System) und während des Betriebs (Pflege einer FTS-

Leitsteuerung anstelle von mehreren, Schulung seiner Mitarbeiter lediglich für ein einziges System).

Einen solchen Fall beschreibt **Beispiel 3**: Die zu besetzenden Rollen bleiben unverändert, wobei die Anzahl der Akteure zunimmt. Mit der Auftrennung der Zuständigkeiten für FTS-Leitsteuerung und die Fahrzeuge wird das FTS-Projekt komplexer. Wenn Fahrzeuge weltweit eingekauft werden und ein Software-Partner für die FTS-Leitsteuerung zuständig ist, steigt die Anzahl der Akteure an, während gleichzeitig die FTS-Kompetenz zur Realisierung eines erfolgreichen FTS-Projekts abnehmen kann. Der Betreiber muss sich darüber im Klaren sein und alles dafür tun, dass zu Beginn des Projekts die Rollenbesetzung durch geeignete Akteure gegeben ist! Nur dann ist sichergestellt, dass es während des Projekts zu keinen bösen Überraschungen durch fehlende Zuständigkeiten kommt und nur dann kann das FTS-Projekt erfolgreich hinsichtlich Leistung, Verfügbarkeit, Sicherheit und Termineinhaltung abgeschlossen werden.

Hinweis

Teilweise müssen zusätzliche, in diesem „Leitfadens Phasen, Rollen und Akteure“ nicht genannte, Aufgabenstellungen bei der Vorbereitung und Realisierung komplexer Projekte berücksichtigt werden, womit weitere Rollen und Akteure ins Spiel kommen.

Beispielhaft sind folgende Rollen beziehungsweise Akteure zu nennen:

- Experten für Arbeitssicherheit
- Experten für Brandschutz
- Experten für Datensicherheit
- Experten für den Betrieb in explosionsgefährdeten Bereichen
- Experten für den Betrieb im Außenbereich
- Experten für den Betrieb im öffentlichen Bereich
- Experten für den Betrieb von Schwerlastfahrzeugen
- Vertreter des Betriebsrats
- Vertreter des Werkschutzes
- Vertreter der Berufsgenossenschaft
- Vertreter des Sachversicherers

4.1 Einfaches FTS-Projekt zum automatisierten Transport

Tabelle 5. Zuordnung von Rollen und Akteuren beim FTS-Projekt automatisierter Transport

Akteur \ Rolle	Betreiber	Berater	Simulationsdienstleister	Lieferant Fahrzeug	Lieferant Leitsteuerung	Lieferant FTS	Lieferant Komponenten Datenübertragung	Lieferant Infrastruktur und periphere Einrichtungen	Inbetriebnehmer	Generalunternehmer
Planungsphase										
Strategie	X									
Grobplaner		X								
Feinplaner		X								
Lastenheftersteller		X								
Beschaffungsphase										
Lieferant				X						
Angebotsersteller				X						
Angebotsprüfer		X								
Auftraggeber	X									
Auftragnehmer				X						
Pflichtenheftersteller				X						
Pflichtenheftprüfer		X								
Einführungsphase										
Integrator				X						
Inbetriebnehmer				X						
Safety-Checker				X						
Abnehmer Gesamtsystem		X								
Gewährleistungs-Geber				X						
Betriebsphase										
Betreiber	X									
Instandhalter	X									
Gutachter										

4.2 Klassisches FTS-Projekt in einer Produktionsanlage

Tabelle 6. Zuordnung Rollen und Akteure beim FTS-Projekt in einer Produktionsanlage

Akteur \ Rolle	Betreiber	Berater	Simulationsdienstleister	Lieferant Fahrzeug	Lieferant Leitsteuerung	Lieferant FTS	Lieferant Komponenten Datenübertragung	Lieferant Infrastruktur und periphere Einrichtungen	Inbetriebnehmer	Generalunternehmer
Planungsphase										
Strategie		X								
Grobplaner		X								
Feinplaner		X								
Lastenheftersteller		X								
Beschaffungsphase										
Lieferant						X				
Angebotsersteller						X				
Angebotsprüfer		X								
Auftraggeber	X									
Auftragnehmer						X				
Pflichtenheftersteller						X				
Pflichtenheftprüfer		X								
Einführungsphase										
Integrator						X				
Inbetriebnehmer						X				
Safety-Checker						X				
Abnehmer Gesamtsystem	X									
Gewährleistungs-Geber						X				
Betriebsphase										
Betreiber	X									
Instandhalter						X				
Gutachter										

4.3 Komplexes FTS-Projekt, z. B. bei einem Automobilhersteller

Tabelle 7. Zuordnung Rollen und Akteure bei einem FTS-Projekt bei einem Automobilhersteller

Akteur \ Rolle	Betreiber	Berater	Simulationsdienstleister	Lieferant Fahrzeug	Lieferant Leitsteuerung	Lieferant FTS	Lieferant Komponenten Datenübertragung	Lieferant Infrastruktur und periphere Einrichtungen	Inbetriebnehmer	Generalunternehmer
Planungsphase										
Strategie	X									
Grobplaner	X									
Feinplaner		X	X							
Lastenheftersteller	X	X								
Beschaffungsphase										
Lieferant				X	X		X	X		
Angebotsersteller	X									
Angebotsprüfer	X									
Auftraggeber	X									
Auftragnehmer			X	X	X		X	X		
Pflichtenheftersteller			X	X	X		X	X		
Pflichtenheftprüfer	X									
Einführungsphase										
Integrator	X			X	X		X	X	X	
Inbetriebnehmer				X	X		X	X		
Safety-Checker	X									
Abnehmer Gesamtsystem		X								
Gewährleistungs-Geber				X	X		X	X		
Betriebsphase										
Betreiber	X									
Instandhalter				X	X		X	X		
Gutachter		X								

Schrittum

Relevante VDI-Richtlinien

- VDI 2510 Fahrerlose Transportsysteme (FTS)
- VDI 2510 Blatt 1 Infrastruktur und periphere Einrichtungen für Fahrerlose Transportsysteme (FTS)
- VDI 2510 Blatt 2 Fahrerlose Transportsysteme (FTS) – Sicherheit von FTS
- VDI 2510 Blatt 3 Fahrerlose Transportsysteme (FTS) – Schnittstellen zu Infrastruktur und peripheren Einrichtungen
- VDI 2510 Blatt 4 Fahrerlose Transportsysteme (FTS); Energieversorgung und Ladetechnik
- VDI 2519 Blatt 1 Vorgehensweise bei der Erstellung von Lasten-/Pflichtenheften
- VDI 2519 Blatt 2 Lasten-/Pflichtenheft für den Einsatz von Förder- und Lagersystemen
- VDI 2710 Ganzheitliche Planung von Fahrerlosen Transportsystemen (FTS)
- VDI 2710 Blatt 1 Ganzheitliche Planung von Fahrerlosen Transportsystemen (FTS) – Entscheidungskriterien für die Auswahl eines Fördersystems

VDI 2710 Blatt 2 FTS-Checkliste – Planungshilfe für Betreiber und Hersteller von Fahrerlosen Transportsystemen (FTS)

VDI 2710 Blatt 3 Einsatzgebiete der Simulation für Fahrerlose Transportsysteme (FTS)

VDI 2710 Blatt 4 Analyse der Wirtschaftlichkeit Fahrerloser Transportsysteme (FTS)

VDI 2710 Blatt 5 Abnahmeregeln für Fahrerlose Transportsysteme (FTS)

VDI 2710 Blatt 6 Einführung und Betrieb eines fahrerlosen Transportsystems (FTS)

VDI/VDE 3694 Lastenheft/Pflichtenheft für den Einsatz von Automatisierungssystemen

Sonstiges

FTS-Fibel Fahrerlose Transportsysteme: Eine Fibel mit Praxisanwendungen – zur Technik – für die Planung. Springer Vieweg 2019

VDI-Statusreport „Fahrerlose Transportsysteme - Leitfaden Sicherheit“ <https://www.vdi.de/ueberuns/presse/publikationen/details/fahrerlose-transportssysteme-leitfaden-sicherheit> , VDI Düsseldorf 2020

Der VDI

Sprecher, Gestalter, Netzwerker

Die Faszination für Technik treibt uns voran: Seit mehr als 160 Jahren gibt der VDI Verein Deutscher Ingenieure wichtige Impulse für neue Technologien und technische Lösungen für mehr Lebensqualität, eine bessere Umwelt und mehr Wohlstand. Mit rund 135.000 persönlichen Mitgliedern ist der VDI der größte technisch-wissenschaftliche Verein Deutschlands. Wir sprechen für Ingenieurinnen und Ingenieure sowie für die Technik und gestalten so die Zukunft aktiv mit. Über 12.000 ehrenamtliche Expertinnen und Experten bearbeiten jedes Jahr neueste Erkenntnisse zur Förderung unseres Technikstandorts. Als drittgrößter technischer Regelsetzer ist der VDI Partner für die deutsche Wirtschaft und Wissenschaft.

Themen, die Sie auch interessieren könnten:

VDI-Publikationen

VDI Statusreport „Digitaler Transformationsprozess in Unternehmen“, April 2018
<https://www.vdi.de/ueber-uns/presse/publikationen/details/vdi-statusreport-digitaler-transformationsprozess-in-unternehmen>

VDI Statusreport „Maschinelles Lernen – Künstliche Intelligenz mit neuronalen Netzen in optischen Mess- und Prüfsystemen“, November 2019
<https://www.vdi.de/ueber-uns/presse/publikationen/details/kuenstliche-intelligenz-mit-neuronalen-netzen-in-optischen-mess-und-pruefsystemen>

VDI Statusreport „Fahrerlose Transportsysteme Leitfaden Sicherheit“, März 2020
<https://www.vdi.de/ueber-uns/presse/publikationen/details/fahrerlose-transportsysteme-leitfaden-sicherheit>

VDI-Richtlinien

VDI 2510 Fahrerlose Transportsysteme (FTS)
www.vdi.de/2510

VDI 2710 Ganzheitliche Planung von Fahrerlosen Transportsystemen (FTS)
www.vdi.de/2710

Buchpublikationen

Fahrerlose Transportsysteme – Eine Fibel (Springer-Vieweg-Verlag 2019)
<https://www.springer.com/de/book/9783658274719>

VDI Praxis: Fahrerlose Transportsysteme (FTS) – Einsatz in der Krankenhaus-Logistik. Mai 2016. Berlin: Beuth Verlag
<https://www.beuth.de/de/publikation/fahrerlose-transportsysteme-fts-/251369192>

Veranstaltungen

FTS-Fachtagung
www.fts-fachtagung.org

Technologieforum Fahrerlose Transportsysteme und mobile Roboter
www.ipa.fraunhofer.de