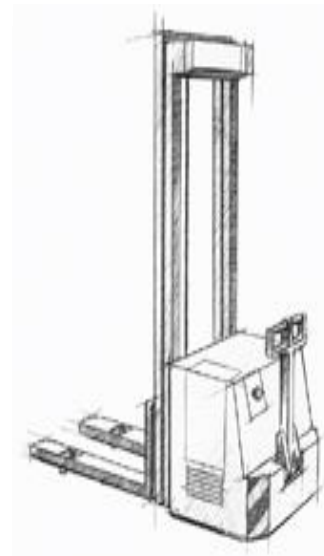
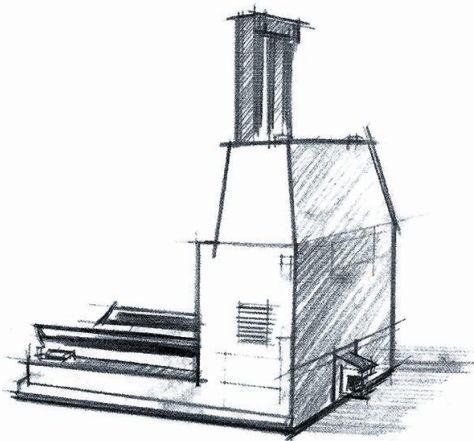
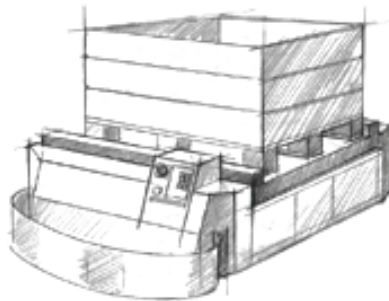


Fahrerlose Transportsysteme (FTS) Statusreport Technik Leitfaden Phasen, Rollen und Akteure in FTS-Projekten Edition Juni 2021

Dieser Leitfaden beschreibt die Phasen, Rollen und Akteure in FTS-Projekten



Herausgeber:

**VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik
 Fachausschuss Fahrerlose Transportsysteme (FTS)**

Ausgabe: Mai 2021, erarbeitet durch den Arbeitskreis Rollen des VDI Fachausschuss „Fahrerlose Transportsysteme (FTS)“

*Autoren: David Korte (IFT, Universität Stuttgart), Marco Bernstein (AE Industry), Christian Fischmann (BASF),
 Patrick Leenen (dpm Daum + Partner Maschinenbau), Dr. Peter Tenerowicz-Wirth (Jungheinrich),
 Dr. Günter Ullrich (Forum-FTS)*

INHALT

1	Einleitung.....	4
1.1	Rechtlicher Hinweis.....	4
1.1	Motivation.....	4
1.2	Zielgruppe	4
2	Begriffsbestimmungen	5
2.1	Fahrerloses Transportsystem.....	5
2.1.1	Fahrerloses Fahrzeug	5
2.1.2	FTS-Leitsteuerung	5
2.1.3	Infrastruktur.....	5
2.1.4	Periphere Einrichtungen	5
2.2	FTS-Projekt	6
2.2.1	Phasen	6
2.2.2	Rollen	6
2.2.3	Akteure.....	6
2.2.4	Lastenheft.....	7
2.2.5	Pflichtenheft	7
3	Rollen in einem FTS-Projekt.....	8
3.1	Rollen in der Planungsphase.....	8
3.1.1	Strategie.....	8
3.1.2	Grobplaner.....	8
3.1.3	Feinplaner.....	9
3.1.4	Lastenheftersteller.....	9
3.1.5	Mögliche Akteure für die Rollen der Planungsphase	9
3.2	Rollen in der Beschaffungsphase	10
3.2.1	Lieferant.....	10
3.2.2	Angebotsersteller	10
3.2.3	Angebotsprüfer	10
3.2.4	Auftraggeber	10
3.2.5	Auftragnehmer	10
3.2.6	Pflichtenheftersteller	10
3.2.7	Pflichtenheftprüfer.....	11
3.2.8	Mögliche Akteure für die Rollen der Beschaffungsphase.....	11
3.3	Rollen in der Einführungsphase.....	11
3.3.1	Integrator	11
3.3.2	Inbetriebnehmer.....	12

3.3.3	Safety-Checker	12
3.3.4	Abnehmer Gesamtsystem	12
3.3.5	Gewährleistungs-Geber	12
3.3.6	Mögliche Akteure für die Rollen der Einführungsphase	13
3.4	Rollen in der Betriebsphase.....	13
3.4.1	Betreiber	13
3.4.2	Instandhalter	13
3.4.3	Gutachter	14
3.4.4	Mögliche Akteure für die Rollen der Betriebsphase	14
4	Beispiele für FTS-Projekte	15
4.1	Einfaches FTS-Projekt zum automatisierten Transport	16
4.2	Klassisches FTS-Projekt in einer Produktionsanlage	17
4.3	Komplexes FTS-Projekt, z.B. bei einem Automobilhersteller	18
5	Zusammenfassung.....	19
6	Übersicht relevanter Richtlinien.....	20
6.1	Relevante Richtlinien.....	20
6.2	Sonstiges	20
7	Verweis	21

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Phasen und Rollen eines FTS-Projektes	8
--	---

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.

1.1 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 anspruchsvoller.

Dieser Leitfaden gibt den Beteiligten eines FTS-Projektes eine Übersicht über alle innerhalb des Projektes 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-Projektes zunehmend wichtiger wird. Die Besetzung der Rollen und die Definition der Verantwortlichkeiten sollte zu Beginn eines jeden FTS-Projektes definiert werden und stellt einen wichtigen ersten Planungsschritt dar.

1.2 Zielgruppe

Dieser Leitfaden richtet sich vornehmlich an alle, die an einem FTS-Projekt im industriellen Umfeld beteiligt sind. Er gibt Hinweise an alle Projektbeteiligten für die Konzeption, Entwicklung, die erstmalige Inbetriebnahme und die Abnahme sowie den Betrieb des Gesamtsystems.

2 Begriffsbestimmungen

2.1 Fahrerloses Transportsystem

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

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

Die wesentliche Aufgabe eines Fahrerlosen Transportsystems ist der automatisierte Materialtransport. Im weiteren Sinne zählen zu FTS auch solche Systeme, die für Dienstleistungsaufgaben wie z.B. 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 ist im Sinne dieses Leitfadens ein angetriebenes Fahrzeug (ggfs. einschließlich Ladung) für FTS, konstruiert und gebaut, um automatisch zu fahren, wobei die Sicherheit des Betriebs nicht von einem Fahrer/Bediener/Steuerer abhängt.

2.1.2 FTS-Leitsteuerung

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

2.1.3 Infrastruktur

Zur Infrastruktur gehören der Boden im Bereich der Fahrwege, die Übergabestationen / Stellplätze, die Einrichtung zur Energieversorgung (z.B. Batterieladestationen / Batteriewechselstationen) und Einrichtungen zur drahtlosen Kommunikation (z.B. W-LAN / 5G).

2.1.4 Periphere Einrichtungen

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

2.2 FTS-Projekt

Unter einem FTS-Projekt versteht man ein einmaliges Vorhaben, welches das Ziel der (teilweisen) Automatisierung eines Materialflusses hat und durch bestimmte Aufgaben gekennzeichnet ist. Aufgrund ihrer Komplexität benötigen FTS-Projekte in der Regel ein gesondertes Projektmanagement.

2.2.1 Phasen

FTS-Projekte können, wie in der VDI-Richtlinie 2710 Blatt 6 „Einführung und Betrieb eines fahrerlosen Transportsystems (FTS)“ dargestellt, in die Planungsphase, die Beschaffungsphase, die Einführungsphase und die Betriebsphase unterteilt werden. 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 Leitfadens bezeichnet eine Funktion, die von einer Organisationseinheit oder einer Person während der Laufzeit eines FTS-Projektes 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 bzw. Personen innerhalb des Unternehmens des FTS-Betreibers oder um externe Unternehmen handeln. Zu den möglichen Akteuren zählen:

- Betreiber eines FTS
- Berater, der den Betreiber bei der Planung und Realisierung eines FTS-Projektes unterstützt
- 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. W-LAN) 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, ggf. einer Leitsteuerung und Infrastruktur
- Inbetriebnehmer, der in einem Projekt die Inbetriebnahme von Fahrzeugen, der Leitsteuerung, von Komponenten zur Datenübertragung oder der Infrastruktur und peripheren Einrichtungen übernimmt
- Generalunternehmer, der in einem Projekt die Hauptverantwortung für die Ausführung der Gewerke (z.B. FTS, Fördertechnik, Lager oder Arbeitsstationen) übernimmt und für seine Ausführung weitere Firmen beauftragt

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

2.2.4 Lastenheft

Das Lastenheft beschreibt ergebnisorientiert die Gesamtheit der Forderungen an die Lieferungen und Leistungen eines Auftragnehmers. Grundsätzlich sollte der Auftraggeber das Lastenheft formulieren. Es dient dann als Grundlage für die Ausschreibung und wird auch als Leistungsverzeichnis bezeichnet. In komplexen Projekten können durchaus mehrere Lastenhefte für einzelne Gewerke oder Ausbaustufen existieren. Weitere Informationen zu Ausführung und Inhalt sind in der VDI-Richtlinie 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 Auftraggeber und Auftragnehmer.

3 Rollen in einem FTS-Projekt

Die Zuordnung der Rollen zu den vier Phasen eines FTS-Projektes kann der folgenden Abbildung 1 entnommen werden.

Eine Zuordnung typischer Akteure zu den Rollen wird am Ende jeder Projektphase gegeben.

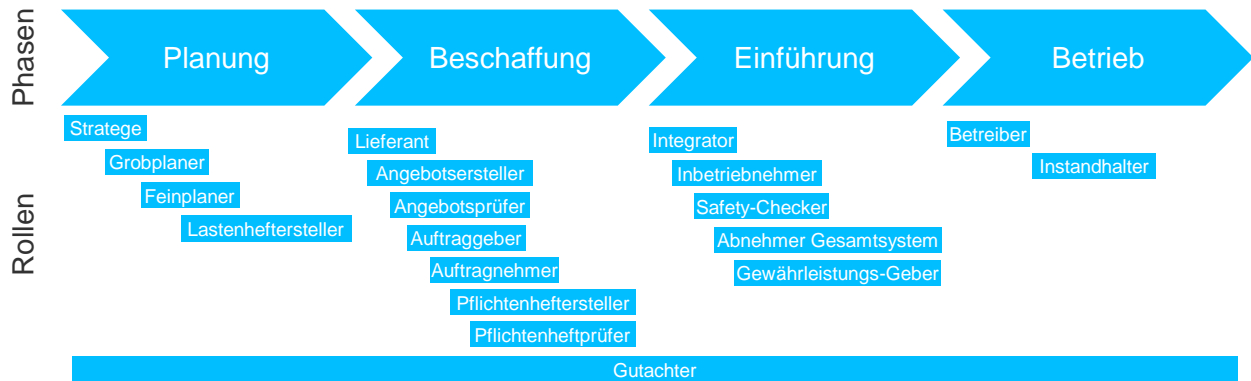


Abbildung 1: Phasen und Rollen eines FTS-Projektes

3.1 Rollen in der Planungsphase

3.1.1 Strategie

Der Strategie beschäftigt sich mit den strategischen Vorüberlegungen zum Intralogistik-Konzept. 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 möglichen Fahr- und Laufwegen werden ein grobes Layout erstellt sowie geeignete Fahrzeugtypen definiert. Aus organisatorischer Sicht soll die Projektstruktur definiert und die zu besetzenden Rollen identifiziert werden.

Weiterführende Richtlinien:

- 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 Komplexitätsgrades des FTS-Projektes erfolgt beispielsweise 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 in die Infrastruktur und die peripheren Einrichtungen sowie die Planung der Materialflussteuerung.

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 Lastenheftes verantwortlich. Das Lastenheft dient als Basisdokument für die Ausschreibung und ermöglicht einen Angebotsvergleich. In Abhängigkeit der Komplexität des FTS-Projektes 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

3.1.5 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 Rollen in der Beschaffungsphase

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 Lastenheftes 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 Lastenheft(en). Daneben sollten aber auch Softskills, wie beispielsweise 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 bzw. der einzelnen Gewerke.

3.2.5 Auftragnehmer

Die Rolle des Auftragnehmers kann in einem FTS-Projekt mehrfach und von unterschiedlichen Akteuren besetzt sein. Die Rolle des Auftragnehmers 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/die 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 bzw. der Pflichtenhefte verantwortlich.

3.2.8 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
Hersteller	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

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 Projektes und deren Schnittstellen untereinander. Zu berücksichtigen sind die Schnittstellen zwischen den fahrerlosen Fahrzeugen untereinander, zur Leitsteuerung sowie ggf. 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, 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 verantwortlich. 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
- VDI Leitfaden Sicherheit für den Planer
- VDI Leitfaden Sicherheit für den Betreiber

3.3.4 Abnehmer Gesamtsystem

Der Abnehmer des Gesamtsystems ist verantwortlich für die Vorbereitung der durchzuführenden Abnahme mit Hilfe der im FTS-Projekt vorliegenden Dokumente (z.B. Pflichtenheft, Auftrag). Die Abnahme einzelner Gewerke, wie beispielsweise 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 Teile davon für einen definierten Zeitraum. Dieser 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)

3.3.6 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 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 bzw. den Betrieb trägt [siehe Artikel 3b, Arbeitsschutzrahmenrichtlinie 89/391/EWG].

Verantwortlich ist der Betreiber für die Sicherstellung eines optimalen und sicheren Betriebs. 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 Projektes erstrecken.

3.4.4 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 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 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 werden. 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-Hersteller die Abläufe und konzipiert und realisiert die komplette Anlage. Der FTS-Hersteller übernimmt die Inbetriebnahme, führt die Abnahmetests durch und zeichnet verantwortlich für die Anlage. Während des gesamten FTS-Projektes 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 Hersteller 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 Hersteller 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 das 3. Fallbeispiel: 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-Projektes abnehmen kann. Der Betreiber muss sich darüber im Klaren sein und alles dafür tun, dass zu Beginn des Projektes die Rollenbesetzung durch geeignete Akteure gegeben ist! Nur dann ist sichergestellt, dass es während des Projektes zu keinen bösen Überraschungen kommt (fehlende Zuständigkeiten). Nur dann kann das FTS-Projekt erfolgreich hinsichtlich Leistung, Verfügbarkeit, Sicherheit und Termineinhaltung abgeschlossen werden.

4.1 Einfaches FTS-Projekt zum automatisierten 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										
Hersteller				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

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										
Lastenheftersteller		X								
Beschaffungsphase										
Hersteller						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

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										
Hersteller				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								

5 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 in FTS-Projekten* 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 Projektes zu definieren sind.

Oftmals müssen zusätzliche, in diesem Leitfaden nicht genannte, Aufgabenstellungen bei der Vorbereitung und Realisierung eines Projektes berücksichtigt werden, womit weitere Rollen und Akteure ins Spiel kommen.

Beispielhaft sind folgende Rollen bzw. 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

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

6 Übersicht relevanter Richtlinien

Die Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

6.1 Relevante Richtlinien

VDI 2510	<i>Fahrerlose Transportsysteme (FTS)</i>
VDI 2510 Blatt 1	<i>Infrastruktur und periphere Einrichtungen für Fahrerlose Transportsysteme (FTS)</i>
VDI 2510 Blatt 2	<i>Fahrerlose Transportsysteme (FTS) – Sicherheit von FTS</i>
VDI 2510 Blatt 3	<i>Fahrerlose Transportsysteme (FTS) – Schnittstellen zu Infrastruktur und peripheren Einrichtungen</i>
VDI 2510 Blatt 4	<i>Fahrerlose Transportsysteme (FTS); Energieversorgung und Ladetechnik</i>
VDI 2519 Blatt 1	<i>Vorgehensweise bei der Erstellung von Lasten-/Pflichtenheften</i>
VDI 2519 Blatt 2	<i>Lasten-/Pflichtenheft für den Einsatz von Förder- und Lagersystemen</i>
VDI 2710	<i>Ganzheitliche Planung von Fahrerlosen Transportsystemen (FTS)</i>
VDI 2710 Blatt 1	<i>Ganzheitliche Planung von Fahrerlosen Transportsystemen (FTS) – Entscheidungskriterien für die Auswahl eines Fördersystems</i>
VDI 2710 Blatt 2	<i>FTS-Checkliste – Planungshilfe für Betreiber und Hersteller von Fahrerlosen Transportsystemen (FTS)</i>
VDI 2710 Blatt 3	<i>Einsatzgebiete der Simulation für Fahrerlose Transportsysteme (FTS)</i>
VDI 2710 Blatt 4	<i>Analyse der Wirtschaftlichkeit Fahrerloser Transportsysteme (FTS)</i>
VDI 2710 Blatt 5	<i>Abnahmeregeln für Fahrerlose Transportsysteme (FTS)</i>
VDI 2710 Blatt 6	<i>Einführung und Betrieb eines fahrerlosen Transportsystems (FTS)</i>
VDI/VDE 3694	<i>Lastenheft/Pflichtenheft für den Einsatz von Automatisierungssystemen</i>

6.2 Sonstiges

<i>FTS-Fibel</i>	<i>Fahrerlose Transportsysteme: Eine Fibel mit Praxisanwendungen - zur Technik - für die Planung. Springer Vieweg 2019.</i>
<i>Leitfaden Sicherheit für Betreiber</i>	Quelle: Homepage Forum FTS
<i>Leitfaden Sicherheit für den Planer</i>	Quelle: Homepage Forum FTS

7 Verweis

Dieser Leitfaden wurde durch den Arbeitskreis „Rollen in FTS-Projekten“ des VDI-GPL Fachausschusses „Fahrerlose Transportsysteme (FTS)“ erarbeitet.