

### Erfahrungen aus der ganzheitlichen FTS-Planung

# 10 Schlüsselfaktoren für erfolgreiche FTS-Projekte

**Orientierungshilfe** | Fahrerlose Transportsysteme (FTS) sind zentraler Bestandteil moderner Intralogistik-Lösungen. Der Grund liegt darin, dass durch das FTS sowohl der Materialfluss als auch der Datenfluss an zentraler Stelle optimiert werden. Das FTS passt in unsere Zeit, die von Industrie 4.0 und Big Data geprägt ist. Die Automatisierung mit FTS lohnt sich bei einem Dreischichtbetrieb meist mit einem ROI von unter zwei Jahren.



**Bild 1**  
Fahrerlose Transportsysteme (FTS) sind inzwischen fester Bestandteil des Lösungsportfolios für vollautomatisierte Intralogistiksysteme. Vor der Einführung dieser Systeme sollte allerdings genau geprüft werden, wie hoch der Automatisierungsgrad für die eigenen Bedürfnisse wirklich sein muss.

*Bild: SSI Schäfer*

**G**egenwärtig drängen viele neue FTS-Hersteller in den Markt und die bekannten Hersteller sind mehr als ausgelastet. Zu viele Projekte leiden unter den nicht vorhandenen Erfahrungen aller Beteiligten oder unter falschen, oft überzogenen Anforderungen der Auftraggeber. In diesem Beitrag sollen mehr als 30 Jahre FTS-Projekterfahrung zusammengefasst werden. Es wird gezeigt, warum die ganzheitliche Planung für erfolgreiche Projekte so wichtig ist und so eine große Rolle sowohl in den VDI-Richtlinien als auch in der FTS-Fibel einnimmt. Es geht auch darum, die Ziele eines FTS-Einsatzes klar zu definieren und im Vorfeld wäh-

rend der Planung zu berücksichtigen. Ein Projekt schließt dann mit der Abnahme; die Prozeduren für die sicherheits- und leistungsrelevanten Prüfungen werden erläutert.

Alle Bereiche der Planung mit den häufigsten Planungsfehlern sollen in zehn plakativen Schlüsselfaktoren zusammengefasst werden.

### 1. Ganzheitliches Verständnis für das Projekt und Konzeption mit Weitblick

Verstehen Sie ein FTS als eine Lösung, also als ein System, nicht als automatisierte Fahrzeuge. Denn das FTS weist den Weg der eigenen Produktion und Intralogistik in die Zukunft. Häufig

wird zu Beginn eines Projektes lediglich die Frage gestellt: „Kann man das nicht auch automatisieren?“ Insbesondere bei dem Status Quo einer eigenen Intralogistik mit manuellen Staplern oder einer Routenzuglösung kann sich diese Frage als unzureichend erweisen. Besser ist der visionäre Ansatz, nämlich die Frage „Wie soll die Produktionslogistik in fünf bis zehn Jahren aussehen?“ Nur dann kommt man auf neue Strukturen, neue Layouts, vielleicht mit anderen Fahrzeugtypen.

Wenn die Ist-Situation in der betrachteten Intralogistik durch einen munteren manuellen Staplerverkehr geprägt

ist und lediglich nach automatisierten Staplern gesucht wird, werden Chancen vergeben. Prüfen Sie bitte, ob nicht andere Fahrzeugkonzepte besser geeignet sind, denn Stapler spielen ihre Stärken erst aus, wenn Höhenunterschiede bei der Lastübernahme zu überwinden sind, ansonsten benötigen sie mehr Platz, sind langsamer und gefährlicher als z.B. Unterfahr-FTF.

Dasselbe gilt in einem Betrieb, in dem manuelle Routenzüge unterwegs sind. Natürlich kann man Routenzüge automatisieren, allerdings spielen sie ihre Vorteile nur auf sehr langen Wegen aus. Der Verzicht auf den Fahrer bedeutet allerdings erhebliche organisatorische oder technische Aufwendungen im Bereich der Anhänger; außerdem muss die Frage erlaubt sein, ob in modernen Fertigungs-/Montagebereichen eine Materialversorgung nach Fahrplan mit derart langen Schleppverbänden obsolet ist.

Auch hier sollte über andere Konzepte, z.B. über eine bedarfsgerechte Anlieferung durch Unterfahr-FTF nachgedacht werden, ggf. mit einem Zwischenpuffer, in dem automatisch von einem Routenzug auf Unterfahr-FTF übergeben wird. Es gibt erfolgreich durchgeführte Projekte, in denen mit ein und demselben Unterfahr-FTF die vier wichtigsten Ladungsträger transportiert werden: Großladungsträger (GLT), mittelgroße Ladungsträger (MLT), Kleinladungsträger in Regalen (KLT) und sogar automatische Shooter-Regale. [4]

### 2. Technische Auslegung versus technischen Anspruch

Verstehen Sie ein FTS als eine große Chance, als einen Wandel in die Zukunft. Dabei ist es wichtig, den Unterschied zwischen „automatisch“ und „autonom“ zu ver-

stehen. Die Begriffe „autonom Roboter“, „autonome Fahrzeuge“ oder „autonome Systeme“ anstelle von FTS (Fahrerloses Transportsystem) oder FTF (Fahrerloses Transportfahrzeug) werden meist als Modeworte (engl. Buzzword) verwendet; autonome Funktionen werden in den meisten Intralogistik-Anwendungen weder benötigt noch beherrscht. Wir leben in einer Zeit, die von der Hyperinflation der Begriffe geprägt ist; man findet sogar „vollautonome Fahrzeuge“ im Internet (nicht in der Realität).

Die unbegründete Forderung nach autonomen Fahrzeugfunktionen kann schnell ins Chaos führen – vor allem aber zu Lösungen, die hinsichtlich der Leistung nicht kalkulierbar sind. Wesentlich bei der technischen Auslegung sind die Punkte Navigation und Sicherheit. Definieren Sie genau den erforderlichen Flexibilitätsgrad Ihrer Intralogistik und wählen sie dazu die passende Navigations- bzw. Lokalisationsmethode. Lernen Sie vor der Ausschreibung, welche Sensoren üblicherweise eingesetzt werden, um zu lokalisieren, den Personenschutz und ggf. den Maschinen- oder Objektschutz zu realisieren. Sie sollten wissen, wie diese Sensoren funktionieren, um zu verstehen, was von welcher Methode zu erwarten ist.

Auch hier geht es wieder um Begriffe, also das Wording: Für die „Navigation mittels Umgebungsmerkmalen“ werden häufig andere Begriffe synonym verwendet, wie z.B. „Laserreflektion auf natürliche Umgebungsbedingen“, SLAM, Konturnavigation oder Sensorfusion. Hier lohnt es sich, genauer die Methode und die eingesetzten Sensoren sowie „Navihilfen“ (zusätzlich erforderliche künstliche Marken) zu hinterfragen.



### 3. Starkes Lastenheft als technische Grundlage des Projekts

Das Lastenheft ist das maßgebliche Dokument für eine ordentliche Ausschreibung. Die sorgfältige Erstellung ist besonders wichtig, weil es neben der späteren Beauftragung und dem Pflichtenheft das wichtigste Vertragsdokument des Projektes ist. Immer wieder wird es im Projekt zu Diskussionen kommen, die durch einen Blick ins vollständige Lastenheft schnell geklärt werden können.

Bei der Erstellung des Lastenheftes wird außerdem klar, inwieweit das Projekt durchdacht ist. Lassen Sie sich dabei von neutralen Fachleuten unterstützen. Oder lassen Sie es zumindest prüfen, bevor Sie es an die Hersteller verteilen.

Bestehen Sie in jedem Fall auf ein Pflichtenheft, das vom Projektleiter des mit dem Auftrag betrauten Lieferanten erstellt wird. Dieses Pflichtenheft ist wichtig, weil es mehrere Wege gibt, das Lastenheft umzusetzen und weil der im Projekt neue Projektleiter zeigen soll, dass und wie er die Aufgabe verstanden hat und lösen will. Prüfen Sie das Pflichtenheft und geben Sie es frei, wenn das Projekt starten kann. Damit wird der Zeitpunkt der technischen Klarheit definiert und die Herstellung, Inbetriebnahme und Abnahme kann anlaufen.

**Bild 2**

Für viele Anwendungsfelder bieten sich Unterfahr-FTF als Problemlösung an.

*Bild: Grenzebach*



**Bild 3**  
Automatisierte Routenzüge  
werden oft für die Produktionsversorgung eingesetzt.

Bild: Jungheinrich

#### 4. Projektmanager mit Sachverstand hoffentlich auf beiden Seiten

Wir werden oft gefragt, ob ein projekterfahrener und fachkompetenter Projektleiter beim Auftraggeber erforderlich ist, oder ob ein Projektmanager aus einem anderen Bereich ausreicht, weil die Fachkompetenz ja beim Lieferanten/Auftragnehmer liegt. Die Antwort ist klar: Ein FTS-Projekt ist zu wichtig, die Konsequenzen von Projektverzögerungen oder mangelhafter Systemleistung zu gravierend, als dass „einseitige Kompetenz“ ausreichen würde. Verstehen Sie ein FTS-Projekt als ein gemeinsames Projekt von Auftraggeber und Auftragnehmer; auf beiden Seiten sollten fachkompetente Projektleiter sein. Wenn solche Fachkompetenz beim ersten FTS-Projekt nicht vorhanden ist, kann man solches z. B. im Forum-FTS erhalten.

Die Erfahrung zeigt, dass FTS-Projekte oft komplex und mit Problemen bei der Realisierung behaftet sind, die nur im Zusammenschluss von guten Projektleitern auf beiden Seiten lösbar sind. Dazu müssen die Projektleiter auf beiden Seiten mit umfangreichen Kompetenzen ausgestattet sein.

#### 5. Realistischer Zeitplan mit Meilensteinen

Es gibt Netto- und Brutto-Zeitangaben; beachten Sie die Unterschiede. Gliedern Sie das Projekt in Phasen und

ordnen Sie diesen Netto- und Brutto-Zeiträume zu. Gehen Sie als Auftraggeber realistisch und nicht fordernd vor, denn die Realität holt Sie sowieso ein.

So entsteht ein realistischer Terminplan, der mit Meilensteinen zu versehen ist, zu denen vertraglich vorgesehene Zwischenabnahmen gehören. Diese Zwischenabnahmen dienen der ständigen Leistungskontrolle.

#### 6. Integration des FTS in die Peripherie vs. Anpassung der Peripherie an das FTS

Verlangen Sie nur so viel vom FTS wie nötig und passen Sie die Peripherien so viel wie möglich an das zukünftige FTS an. Hier geht es um die Peripherie, also den Boden, die Wegbreiten, den sonstigen Verkehr, die Lastbereitstellung und -übergabe, die Behältervielfalt und die IT-Landschaft. Verlangen Sie vom FTS nicht zu viel, sondern nutzen Sie die Gelegenheit, im Vorfeld des Projektes mit sinnvollen Anpassungen der Peripherie die Gesamtsituation im Werk zu verbessern.

Erkennen Sie den Vorteil, der in diesem Vorgehen steckt: Das FTS fordert eine gewisse Qualität in der Peripherie wie z. B. Ordnung und Sauberkeit als Voraussetzung; auf der anderen Seite aber gewährleistet das FTS diese Qualität dann später als eine konsequente Folge.

Beispiel Boden: Wenn Sie genau wissen, dass die Bodenbeschaffenheit gegenwärtig nicht optimal ist, verlangen Sie nicht vom FTS bzw. dem FTS-Lieferanten, den Status Quo als gegeben hinzunehmen. Sorgen Sie im Vorfeld für einen FTS-gerechten Boden, der durch folgende Kriterien definiert ist:

- Trockener Boden!
- Sauberkeit: Die Böden müssen während des Betriebs des FTS regelmäßig gereinigt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Böden nach der Reinigung vollständig abgetrocknet werden, weil nasse Böden zu unsicheren Fahrmanövern führen.
- Reibung: Gleitreibungskoeffizient zwischen 0,6 und 0,8.  
*Niedriger:* keine ordnungsgemäße Not-Bremse möglich.  
*Höher:* übermäßiger Verschleiß an den Rädern des FTF
- Elektrische Ableitfähigkeit zur Vermeidung von elektrostatischen Aufladungen: max. Erdableitwiderstand von 1 MΩ.
- Steigungs- und Gefällestrecken: Übergangsradien ca. 25 m. Steigungen -> Antriebs

#### 7. Frühe Integration von AS, IT und Produktion

Sorgen Sie für die rechtzeitige Einbindung folgender Abteilungen oder Gruppen in die Automatisierungsüberlegungen:

- Die Arbeitssicherheit, weil sie mit Werksvorschriften konfrontiert werden, die über das gesetzliche (MRL, DIN EN ISO 3691-4, VDI-RL) hinausgehen können. Oft wird die AS von Mitarbeitern mit wenig Erfahrung und viel Verantwortung vertreten. Je früher diese Mitarbeiter dabei sind, desto weniger wahrscheinlich ist deren Intervention gegen Ende der Inbetriebnahme.
- Die IT stellt immer höhere Anforderungen an die FTS-Leitsteuerung (proprietäre Lösungen). Die IT muss diese Anforderungen bereits im Lastenheft einbringen und beim Pflichtenheft-Check prüfen, ob die Umsetzung ihrer Vorstellungen gelungen ist.
- Die Produktions-Mannschaft muss ab der Übergabe des Projektes von der Planung an die Produktion damit leben. Hier gibt es menschliche Gewöhnungsprozesse, die so manches Projekt gefährdet haben. Binden Sie die Produktions-Mitarbeiter in den Planungs-

prozess ein und geben Sie ihnen das Gefühl, an der Lösung mitgestalten zu dürfen.

- Beim Auftraggeber findet nach der Abnahme häufig die Übergabe der FTS-Zuständigkeit von der Planungs- auf die Produktionsmannschaft statt. Hier sollten die User und zumindest ein Super-User benannt sein, der die Zuständigkeit personalisiert. Diese Mitarbeiter sind schon während des Projektes zu benennen und einzubinden. Sorgen Sie dafür, dass es Mitarbeiter gibt, die das FTS als ihr „Baby“ ansehen und Freude haben, sich darum zu kümmern.

### 8. Besprechungskultur

Die Bedeutung eines FTS-Projektes sowie die Komplexität wurde bereits genannt. Die Laufzeit eines Projektes kann nach Auftragsvergabe leicht länger als ein Jahr dauern. Deshalb ist eine disziplinierte Besprechungskultur notwendig, die es ermöglicht, Monate zurückliegende Verabredungen zu erinnern und nachzuweisen. Dazu gehören folgende Punkte:

- Starten Sie das Projekt mit einer offiziellen Projektstartsitung. Während dieser Sitzung soll der Übergang der Verantwortung vom Vertrieb des Anbieters an die Projektleistung des Lieferanten erfolgen. Die Projektleiter beider Seiten stellen sich vor, lernen sich kennen und verabreden die Art und Weise der Kommunikation sowie den Terminplan mit den Meilensteinen.
- Sehen Sie geplante Regeltermine vor und lassen Sie offizielle Protokolle vom Projektleiter des Auftraggebers schreiben; diese Protokolle sollen als PDF-Dokumente zur Dokumentation des Projektverlaufes abgelegt werden! Email- oder WhatsApp-Verläufe sind zum nachträglichen Nachvollziehen ungeeignet!
- Telefonkonferenzen leisten heute gute Dienste; allerdings sind nur persönliche Treffen für Einigungen in komplexen Sachverhalten geeignet.
- Während der genannten Regeltermine sind weder Handy noch iPad/Laptop

#### Bild 4

Die Open Shuttle-Lösung von viastore bietet eine flexible und platzsparende Möglichkeit, verschiedene Bereiche und Prozesse im Lager zu vernetzen.

Bild: viastore



Bild 5

Dr. Günter Ullrich

Bild: Forum FTS



zugelassen, abgesehen von dem Rechner, auf dem die Präsentationen laufen! Nur so kann man der ungeteilten Aufmerksamkeit aller Teilnehmer sicher sein.

### 9. Vereinbarte AbnahmeprozEDUREN

Häufig fällt es schwer oder entfällt ganz, zu Beginn des Projektes bereits daran zu denken, wie ganz am Ende, also während der Abnahme des Projektes, die Abnahmekriterien aussehen und geprüft werden. Im Lastenheft und im Pflichtenheft finden sich (hoffentlich) Angaben zur Leistung und Verfügbarkeit der Anlage. Mit Verweis auf die einschlägigen VDI-Richtlinien (VDI 2710 und 2710-5) sollten die Bewertungskriterien und die Prüfmethodik bereits beschrieben sein. So gibt es schlussendlich zur Dauer der Tests zur Bestimmung der Leistung und Verfügbarkeit oft unterschiedliche Vorstellungen.

Neben den Leistungs- und Verfügbarkeits-tests werden vermehrt neutrale Prüfungen der Sicherheit von Anlage und Fahrzeugen gefordert. Prüfen Sie auch früh, ob eine bestimmte Anzahl Schichten für eine Schichtbegleitung vom Lieferanten vereinbart sein sollte.

### 10. Fairer Umgang miteinander

Bereits seit einem Jahr ist der Anbietermarkt schwer unter Druck. Die Anfragen haben derart zugenommen, dass der klassische FTS-Markt nicht mehr mitkommt. Die Anbieter können nur noch einen Teil der Anfragen bearbeiten, die Realisierungszeiten werden länger. Allerdings tauchen viele neue Anbieter auf, die sich allerdings in ihren ersten Projekten probieren und bewähren müssen.

Mit Sorge erleben wir ein verändertes Verhalten im beruflichen Miteinander. Dabei sollte der faire Umgang miteinander eine Selbstverständlichkeit sein. Das FTS-Projekt gehört zu unseren beruflichen Aufgaben und ist damit Teil unseres Lebens. Die Projektarbeit sollte von Ehrlichkeit, Offenheit, Respekt, Verlässlichkeit und Professionalität getragen sein. Dabei helfen die Ethischen Grundsätze des Ingenieurberufs des VDI. Nur dann kann das Projekt erfolgreich sein und Freude machen.

### Zusammenfassung

Dieser Beitrag fasst 30 Jahre Projekterfahrung zusammen und fokussiert auf die Punkte, die häufig Ursache für Probleme sind. Es soll weitgehend sichergestellt

werden, dass die vergleichsweise hohe Investition in ein FTS zu den erwünschten Effekten führt. Es wird gezeigt, warum die ganzheitliche Planung so wichtig ist und eine große Rolle sowohl in den VDI-Richtlinien als auch in der FTS-Fibel einnimmt. Es geht auch darum, die Ziele eines FTS-Einsatzes klar zu definieren und zu Beginn eines jeden Projektes zu berücksichtigen.

Der Beitrag soll wichtige Hinweise geben und die Diskussion eröffnen, denn nicht alle Punkte können an dieser Stelle umfänglich behandelt werden.

Dr. Günter Ullrich ist Leiter des VDI-Fachausschusses FA 309 „Fahrerlose Transportsysteme (FTS)“ und Mitglied des Beirates der VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik (GPL), Düsseldorf. Zudem fungiert er als Geschäftsführender Gesellschafter der Forum-FTS GmbH mit Sitz inVoerde.

### Literatur

- [1] Ullrich, G.: Fahrerlose Transportsysteme. Eine Fibel – mit Praxisanwendungen – zur Technik – für die Planung. Springer Vieweg, Springer Fachmedien Wiesbaden 2011, 2014. ISBN: 978-3-8348-2591-9, ISBN: 978-3-8348-2592-6 (eBook). 2. Auflage (244 Seiten) erschienen im Dezember 2013.
- [2] Ullrich, G.: Die Welt ist keine Scheibe. Fachvortrag auf dem Logistikseminar „Produktionsversorgung der Zukunft“ am 12. Oktober 2017 an der TU München in Garching.
- [3] Ullrich, G.: Erwartungen an die FTS-Branche. Fachvortrag auf 27. Deutschen Materialflusskongress 2018, am 2. März 2018 in Garching/München; VDI-Fachkonferenz: „Agile Produktionsversorgungssysteme“.
- [4] Simon, K.: Materialversorgung einer Montagelinie für Pkw-Motoren. Fachvortrag auf der FTS-Fachtagung am 26. September 2018 in Dortmund.
- [5] Ullrich, G.: Schlüsselfaktoren für erfolgreiche FTS-Projekte. Fachvortrag auf 28. Deutschen Materialflusskongress 2019, am 21. März 2019 in Garching/München.