

# Fahrerlos aber nicht kopflos

## Neue Entwicklungen bei Fahrerlosen Transportsystemen (FTS)

Dr.-Ing. **G. Ullrich**, Unternehmensberatung Dr. Ullrich, Voerde

### Kurzfassung

Der Beitrag beschreibt die Entwicklungspotenziale bei Fahrerlosen Transportsystemen. Reflektiert an der Geschichte des FTS und basierend auf einer amerikanischen Studie werden die zukünftigen Entwicklungsschwerpunkte erarbeitet. Dabei steht die Situation in Mitteleuropa im Vordergrund.

### 1. Einleitung

Es war nicht immer einfach für die Branche der Fahrerlosen Transportsysteme. Nicht immer stimmte die Erwartungshaltung mit den technischen Möglichkeiten überein. Eine sehr junge Technologie wurde bereits früh vom Markt überfordert.

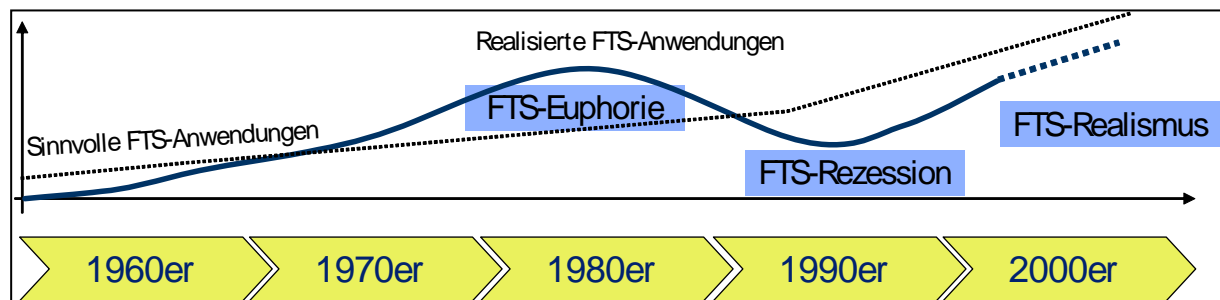


Bild 1: Die turbulente Entwicklung des FTS-Marktes. [2]

Bild 1 zeigt die Entwicklung: Wurden in Europa in den 60er Jahren die ersten Anlagen gebaut, schoß man in den 80ern bereits deutlich über das „vernünftige“ Maß hinaus, nachdem man in den 70er Jahren ordentlich Anlauf genommen hatte. „Computer-integrated Manufacturing (CIM)“ hieß das Zauberwort, auf dessen Wellen auch das FTS stark überbewertet wurde. Man spürte, daß die modernen Technologien steuerungstechnisch ganz neue Möglichkeiten eröffneten, mußte aber erst leidvoll lernen, daß die zur Verfügung stehenden Werkzeuge (wie Hardware, Betriebssysteme, Software und Schnittstellen) noch nicht ausgereift waren.

In den 90ern kam dann die Ernüchterung: Das Geld für „nice-to-have“-Investitionen fehlte den Kunden genau wie der Glaube an die Übermacht der Computer. Der Markteinbruch war heftig, hatte aber im Nachhinein auch sein Gutes!

Die FTS-Hersteller, die die Marktturbulenzen überlebten, zeichnen sich allesamt durch eine ausgeprägte Realitätsnähe aus. Daß es immer wieder Neulinge am Markt gibt, die bei ihrem Vorpreschen diese Geschichte geflissentlich oder unwissentlich ignorieren, ist wahr und belebt das Szenario!

So nennen wir die aktuelle Phase, in der die FTS-Welt steckt, den FTS-Realismus:

- Es hat sich auf technischem Gebiet viel getan:
  - o Die Rechner-technik hat sich etabliert und funktioniert weitgehend vorhersagbar.
  - o Im Bereich der Sensor- und DÜ-Technik (z.B. Funk, Laser, Radar, US, IR) haben sich Standards entwickelt, die für eingeschränkte Anwendungsfälle nutzbar sind.
- Die Standardisierung hilft Kosten zu sparen und die Fahrzeugpreise zu reduzieren:
  - o Standardisierte Fahrzeugtypen und Fahrzeug-Baureihen sind entwickelt worden.
  - o Jeder Hersteller hat mittlerweile seine Kernbaugruppen (FTF-Steuerung<sup>1</sup>, Navigation) definiert und kann sie somit preis-optimiert einsetzen.

Doch die Welt steht nicht still: Die ständige Weiterentwicklung im Bereich der Soft- und Hardware ist letztlich der Grund, daß die Leistungsfähigkeit des FTS weiter zunimmt, bei hoffentlich sinkenden Systempreisen.

## 2. Zielsetzungen bei der Entwicklung neuer Technologien

Sehr allgemein kann man die Weiterentwicklungen im Bereich der FTS durch das folgende Portfolio darstellen.

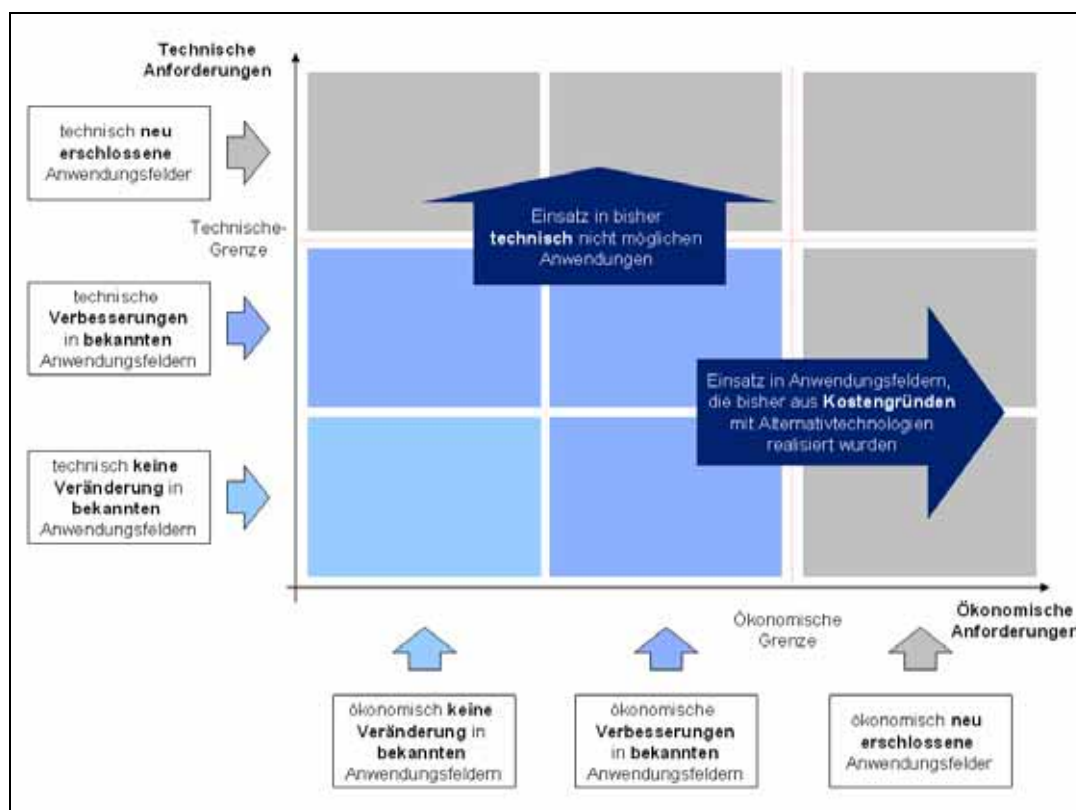


Bild 2: Systematik zur Bewertung von Innovationen [2]

<sup>1</sup> FTF – Fahrerloses Transportfahrzeug, also eins von meist mehreren Fahrzeugen in einem FTS (Fahrerloses Transportsystem)

Wendet man die oben gemachten Aussagen zum derzeitigen FTS-Realismus in diesem Portfolio an, so bedeutet das für zukünftige Entwicklungen:

1. Die technische Grenze wandert nach oben:
  - a. Noch mehr technische Verbesserungen für mehr Selbstverständlichkeit in bekannten Anwendungsfeldern.
  - b. Neue Anwendungsfelder kommen hinzu – verbesserte Techniken ermöglichen dies.
2. Die ökonomische Grenze wandert nach rechts:
  - a. Die Preise sinken – dadurch steigt die Wettbewerbsfähigkeit des FTS in bekannten Anwendungsfeldern.
  - b. Das FTS wird für viele neue Anwendungsfelder preislich interessant.

Wirklich spannend wird es in 1b und 2b, nämlich da, wo aktiv Markt generiert wird, entweder durch neue Technologien oder durch eine verbesserte Preiswertigkeit.

### **3. Eine amerikanische Studie [1]**

Letztes Jahr wurde in den USA eine Studie veröffentlicht, die auf einer Umfrage aller namhaften amerikanischen FTS-Hersteller (insgesamt 25) basiert. Wenn die Verhältnisse in den USA auch nur bedingt auf unsere Verhältnisse in Mitteleuropa übertragbar sind, gibt es doch sicher interessante Ansatzpunkte.

Danach vereint die FTS-Branche die Zielvorgabe für die nächsten Jahre: Vergrößerung des FTS-Marktes und damit einen höheren FTS-Anteil in der Logistik. Erreichen will man die Ziele durch

1. Intelligenteres Verhalten des Systems und der Fahrzeuge
2. Kostenreduktion

Zum ersten genannten Punkt wird vom FTF gefordert, Hindernisse umfahren zu können. Nachdem bereits vor 20 Jahren – weitgehend vergeblich – an der Hindernis-Umfahrung geforscht wurde, lag das Thema lange brach. Lange galt die Regel, daß in einem automatisierten Produktionsbetrieb eine Hindernis-Umfahrung nicht erforderlich sei, da diese aus dem Weg zu räumen seien.

Dazu gehört auch die Fähigkeit des FTF, sich in „unstrukturierten“ Umgebungen zu bewegen. Diese Umgebungen sollen sich auch verändern können – einfache Beispiele sind der „Palett-Finder“, eine Funktionalität, die in der Lage ist, auch ungenau liegende Paletten aufnehmen zu können sowie das Be- und Entladen von LKWs.

Das Be- und Entladen von LKWs wird immer dann spannend, wenn unterschiedliche LKW-Ladeflächen beherrscht werden sollen. Dann ähnelt das Optimierungsproblem (bestmögliche Ausnutzung des Laderaumes) der Auftragskommissionierung auf einer Palette. Diese Aufgabe wird aber in der amerikanischen Studie nicht dem FTS zugemutet, sondern einem stationären Roboter.

Wichtig für den Bediener ist nach wie vor die Zuverlässigkeit des FTS. Das bedeutet einerseits eine enorm hohe Verfügbarkeit und zum anderen aber auch das Systemverhalten bei externen Störquellen: Wie einfach werden detektierte Hindernisse beherrscht, wie reagiert das FTF auf schräg liegende oder fehlende Paletten? Generell: Wie einfach gelingt es einem Mitarbeiter, das FTF bei einem ERROR wieder „in die Spur“ zu bringen? (Stichwort: Automatisches Wiederauffahren).

Zum Thema „Kostenreduktion“ geht die Studie auf folgende Aspekte ein:

- Der Einsatz von billigeren Sensoren in Kombination mit intelligenterer Auswertesoftware.
- Weg von zentral gesteuerten Systemen und hin zu verteilten Prozessen – d.h. mehr Intelligenz in die Fahrzeuge.
- Höhere Arbeitsgeschwindigkeit des Systems, d.h. schnellere Leitsteuerungs-Funktionalitäten, schnellere Fahrzeuge (Fahrgeschwindigkeit und Handling-Zeiten) sowie schnellere Schnittstellen zu den peripheren Einrichtungen (Türen, LAM, Aufzüge...). Als Konsequenz der schnelleren Systeme könnten Fahrzeuge eingespart werden, so daß die Kosten sinken und das Gesamtsystem einfacher würden.
- Kürzere Inbetriebnahmezeiten, insbesondere weniger aufwendige Wegeprogrammierung. Das würde sicher auch die Akzeptanz und Zufriedenheit beim Kunden erhöhen.

Hier gehören auch die Aspekte hin, die zwar nicht unbedingt etwas mit der Technik zu tun haben, aber den Systempreis reduzieren, bzw. erklären können: Leicht verständliche und effektive Programme mit Rechenverfahren zum TCO (Total Cost of Ownership) und ROI (Return of Investment).

Die Studie sagt letztlich das AUS der klassischen Fahrerlosen Transportfahrzeuge voraus. Sobald die Fahrzeuge in der Lage sind, ihr eigenes Layout zu erkennen, Änderungen in diesem zu akzeptieren und selbst auf unvorhergesehene Störungen zu reagieren, dann können wir tatsächlich von „truly autonomous vehicles“, also von „echt autonomen Fahrzeugen“ sprechen.

#### **4. Europäische Relevanz der amerikanischen Ergebnisse [2]**

Es würde den Rahmen dieses Beitrages sprengen, alle Detailergebnisse der Studie zu kommentieren. Aber wie stellt sich die allgemeine Situation in der EU dar? Bleiben wir bei der im vorigen Kapitel benutzten Einteilung, dann fallen zum ersten Punkt „Intelligenteres Verhalten des Systems und der Fahrzeuge“ zwei Dinge auf:

Ein intelligenteres Verhalten der FTF basiert häufig auf geeigneten Sensoren: Wenn die Lage der Palette bestimmt, wenn Hindernisse umfahren, wenn wechselnde Layouts gemeistert und LKWs beladen werden sollen, dann hat das etwas mit 2- oder 3-dimensionalem Aus- und Vermessen zu tun. Dazu benötigt man ein leistungsfähiges Sensorsystem. Ein ähnliches Sensorsystem, wie man es vielleicht sowieso an Bord hat, nämlich für den obligatorischen Personenschutz? Oder ein ähnliches, welches vielleicht sowieso an Bord ist für die Navigation?

In den Anfängen der FTS-Technik – und das ist noch nicht lange her – hatten die Funktionen „Personenschutz“, „Navigation“ und „Lasthandling“ nichts miteinander zu tun; und wurden mit ganz unterschiedlichen Mitteln/Sensoren realisiert: Für den Personenschutz wurde ein taktiler Bumper oder ein mechanischer Schutzbügel eingesetzt, die Navigation übernahmen zwei Spulen in Bodennähe (aktiv-induktive Spurführung) und das Lasthandling passierte meist blind, vielleicht unterstützt von Tastern oder Lichtschranken.

Die ersten berührungslosen Sensoren für den Personenschutz durften keine andere Funktion außer eben dem Personenschutz übernehmen. Aber sie setzten sich durch! Zwei Gründe sprachen für die unglaublich teuren Ein-Zweck-Apparate: sie ermöglichen höhere

Fahrgeschwindigkeiten als taktile Bumper, die wiederum vielerorts nicht mehr als zeitgemäß akzeptiert werden.

Moderne Sensorsysteme sind nicht mehr auf eine Funktionalität begrenzt. Deshalb wird es nicht mehr lange dauern, bis die genannten Hauptfunktionen (Navigation, möglichst ohne künstliche Marken, und Personenschutz) ebenso wie diverse Zusatzfunktionen von nur einem Sensorsystem erledigt werden. Ob Laser, Lidar, Radar, Stereo-Bildverarbeitung oder andere Techniken wird davon abhängen, welcher Sensorhersteller zuerst mit einem leistungsfähigen Gerät überzeugt. Und zwar mehrere FTS-Hersteller, die aufbauend auf diesem Sensor neue Produktfamilien entwickeln.

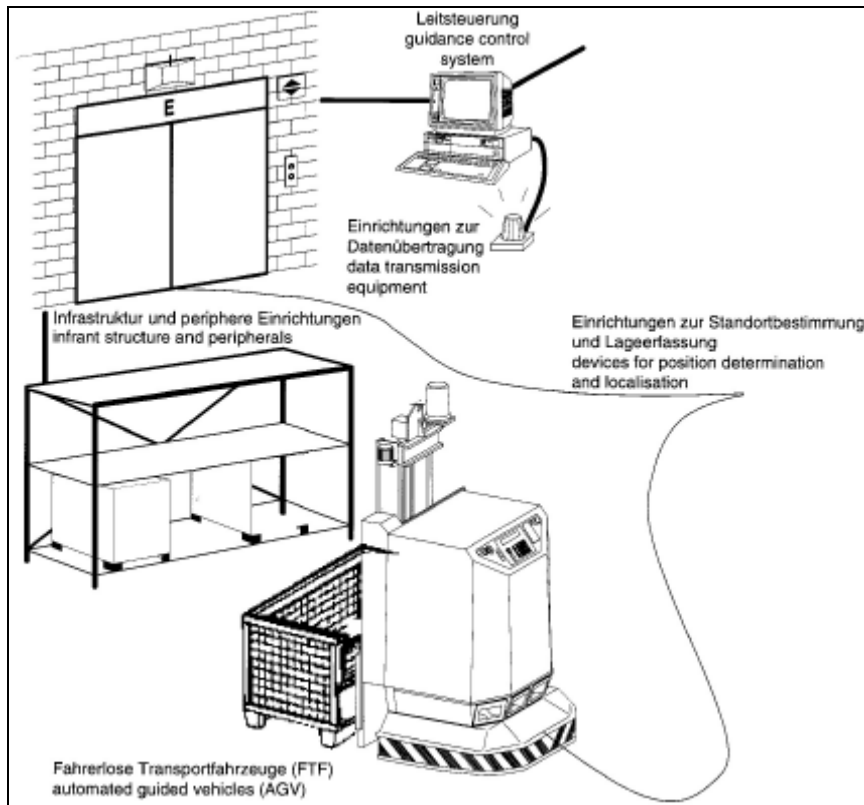


Bild 3: Abstimmung zwischen den Systemen nach VDI 2510.

Der 2. wichtige Punkt, der in dieses Themenfeld gehört, in der amerikanischen Studie aber unerwähnt bleibt, sind die Datenschnittstellen mit peripheren Einrichtungen. Zu den peripheren Einrichtungen gehören Türen, Tore, Aufzüge, Lifts, Lastübergabestationen, Batterieladestationen. All das sind besondere Positionen im Layout, an denen Daten ausgetauscht werden müssen, und zwar zwischen der peripheren Einrichtung und dem FTF.

Die ärgerlich hohen „Nebenkosten“ einer Neuanlage mit Fahrerlosen Transportfahrzeugen resultieren aus den fehlenden standardisierten Schnittstellen, für die es dringend praktikable Vorschläge und/oder Richtlinien braucht! Und zwar solche, die zusammen mit bestehenden Brandschutz-Verordnungen bzw. Versicherungsbedingungen kompatibel sind, ohne diese auszuhebeln.

Die Studie geht auch auf den „Sonderfall“ Outdoor-Einsatz ein. Europaweit gibt es keine Scanner, die im Außenbereich für den Personenschutz zugelassen sind. Bisher haben Laserscanner zum Beispiel den Nachteil, daß sie bei extremen Wetterlagen (Schnee- oder Regensturm) den Notaus schalten. Die Verfügbarkeit des FTF ist damit zu schlecht.

Die fehlende Zulassung heißt aber auch, daß der Personenschutz von zusätzlichen taktilen Sensoren (Softschaum-Bumper oder Kunststoff-Sicherheitsbügel) gewährleistet werden muß. Das begrenzt aber die Fahrgeschwindigkeit empfindlich.

Es gilt also ein Sensorsystem zu entwickeln, das selbständig extreme Wetterlagen erkennt und in diesen seltenen Fällen die Verantwortung an taktile Personenschutzsysteme abgibt. Das würde bedeuten, daß das berührungslose Sensorsystem in 95 % der Wetterverhältnisse den Personenschutz übernimmt und nur in den seltenen 5 % an den taktilen Bumper übergibt. Das FTF wäre weiter einsetzbar, wenn auch vorübergehend mit reduzierter Geschwindigkeit.

## **5. Organisierte Fachkompetenz in Mitteleuropa [3]**

Seit 20 Jahren gibt es den VDI-Fachbereich B7 bereits. In dieser Zeit sind zahlreiche VDI-Richtlinien erarbeitet worden, die sich zu maßgeblichen technischen Regelwerken etabliert haben. Auch die bekannte FTS-Fachtagung, die in 2-jährigem Abstand an der Universität Hannover stattfindet, ist ein Produkt des B7. [4]

Neben den Richtlinien, die sich der FTS-Technik widmen, beschäftigt sich ein Schwerpunkt mit der ganzheitlichen Planung von FTS. Dazu gehören Entscheidungshilfen genauso wie Hilfsmittel zur wirtschaftlichen Bewertung solcher FTS-Projekte. Dies ist deshalb von Wichtigkeit, weil die monetäre Quantifizierbarkeit der FTS-Vorteile eine durchaus anspruchsvolle Aufgabe für den technisch-denkenden Ingenieur darstellt.

Wir sind im B7 dabei, den Marktveränderungen und der technischen Weiterentwicklung Rechnung zu tragen. Dazu werden alle zum Teil schon recht langen existierenden Richtlinien einer Revision unterzogen und inhaltlich modifiziert. Dann wird es zwei Themenblöcke geben, in die alle Richtlinien eingegliedert werden:

- VDI 2510 „Die Technik der Fahrerlosen Transportsysteme (FTS)“
- VDI 2710 „Die ganzheitliche Planung fahrerloser Transportsysteme (FTS)“

Diese Haupttrichtlinien werden den Themenschwerpunkt einleitend beschreiben und eine Gliederung beinhalten, entsprechend der es spezialisierte Blätter der Richtlinie geben wird.

Über die reine Vereinsarbeit hinaus haben sich alle Hersteller, die im VDI-B7 organisiert sind, zum Forum-FTS zusammen gefunden. Dieses Forum versteht sich als Interessengemeinschaft für die Branche der Fahrerlosen Transportsysteme, also als Anlaufstelle für Interessenten und potenzielle Kunden, die eine neutrale Plattform für den Informations- und Erfahrungsaustausch suchen. [5]

Dazu gibt es ab sofort die Website des Forum-FTS. Dort findet man allgemeine Informationen zum Thema FTS und Kontakt zu weiterer Unterstützung und entsprechenden Lieferanten.

Sie werden dem Forum-FTS auch auf logistischen Kongressen und Branchen-Messen begegnen. Scheuen Sie sich nicht, uns anzusprechen!

## 6. Literatur / Verweise

- [1] Industrial Autonomous Vehicles: Results of a Vendor Survey of Technology Needs, Bishop Consulting, USA, 2006.
- [2] Ullrich, G., Simen, F., Sommer-Dittrich, T.: Quo vadis, FTS? Hebezeuge und Fördermittel Teil 1: 45 (2005) 12 – Dezember 2005, S. 690-693 und Teil 2: 46 (2006) 1-2 – Februar 2006, S. 14 - 16, Huss-Medien Verlag Berlin.
- [3] Ullrich, G.: VDI-Fachbereich „Fahrerlose Transportsysteme“ mit neuer Struktur. Logistik für Unternehmen 4-5/2006 - Mai 2006, S. 56 - 57, Springer-VDI-Verlag Düsseldorf.
- [4] [www.vdi.de/fts](http://www.vdi.de/fts) - Die Website des VDI-Fachbereichs B7 „Fahrerlose Transportsysteme (FTS)“
- [5] [www.forum-fts.com](http://www.forum-fts.com) – Die Website der neu gegründeten Interessensgemeinschaft der Fahrerlosen Transportsysteme