



**Förderung des Wissenstransfers für eine aktive Mitgestaltung des
Pflegesektors durch Mikrosystemtechnik**

<http://www.wimi-care.de>

Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung

Förderkennzeichen: 01FC08024-27

Working Brief 16

(Quelle: <http://www.wimi-care.de/outputs.html#Briefs>)

FTS-Definition und Potential für die Servicerobotik

Jochen Luz, Matthias Hilmer (MLR)

- Dezember 2009 -

FTS Begriffe/Definitionen¹

Fahrerlose Transportsysteme (FTS) sind innerbetriebliche, flurgebundene Fördersysteme mit automatisch gesteuerten Fahrzeugen, deren primäre Aufgabe der Materialtransport, nicht aber der Personentransport ist. Sie werden innerhalb und außerhalb von Gebäuden eingesetzt und bestehen im wesentlichen aus:

- einem oder mehreren Fahrerlosen Transportfahrzeugen,
- einer Leitsteuerung,
- Einrichtungen zur Standortbestimmung und Lageerfassung,
- Einrichtungen zur Datenübertragung sowie
- Infrastruktur und peripheren Einrichtungen.

Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) sind flurgebundene Fördermittel mit eigenem Fährtrieb, die automatisch gesteuert und berührungslos geführt werden. Sie dienen dem Materialtransport, und zwar zum Ziehen und/oder Tragen von Fördergut mit aktiven oder passiven Lastaufnahmemitteln.

Eine **Leitsteuerung** besteht aus Hard- und Software. Kern ist ein Computerprogramm, das auf einem oder mehreren Rechnern abläuft. Sie dient der Koordination mehrerer Fahrerloser Transportfahrzeuge und/oder übernimmt die Integration des FTS in die innerbetrieblichen Abläufe.

¹ In Anlehnung an VDI 2510, VDI 4451 Blatt 7 und VDI 2510 Blatt 1.

Einrichtungen zur Standortbestimmung und Lageerfassung umfassen alle stationären und mobilen Komponenten, die zur Bestimmung der Lage des FTF in seiner Einsatzumgebung benötigt werden. Die Bestimmung der exakten Lage ist eine wesentliche Funktionalität der Steuerung des FTFs; sie bildet die Grundlage für ein sicheres und genaues Navigieren. Für eine Lasernavigation z. B. werden als stationäre Komponenten Retroreflektoren montiert und als mobile Komponenten Laser-scanner und Weg-/Winkelerfassungssensorik im FTF eingesetzt.

Einrichtungen zur Datenübertragung ermöglichen das informationstechnische Zusammenwirken von stationärer Leitsteuerung, sonstigen stationären Einrichtungen und den mobilen Fahrerlosen Transportfahrzeugen. Um die Vorteile der Fahrerlosen Transportsysteme zu nutzen wird im allgemeinen zwischen den ortsfesten Sende-/Empfangseinrichtungen und den Sende-/Empfangseinrichtungen der Fahrzeuge eine berührungslose Datenübertragungstechnik (i. d. R. Funk) eingesetzt.

Infrastruktur und periphere Einrichtungen umfassen alle am Einsatzort des FTS zur Gewährleistung eines vorschriftsmäßigen, sicheren und störungsfreien Betriebs des FTS vorhandenen bzw. speziell für dessen Einsatz errichteten Gegebenheiten. Beispiele hierfür sind Bodenbeschaffenheit, Umgebungsbedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit, ...), Ausführung der Verkehrswege, Sicherheitsaspekte bei Gebäudeeinrichtungen, Schnittstellen zu peripheren Einrichtungen (Aufzüge, Türen ...) und stationäre Einrichtungen für das Lasthandling und die Energieversorgung der FTF.

Geschichte des FTS

Um 1953/54 wurde von der amerikanischen Firma Barrett Vehicle Systems erstmals ein Schlepper vorgestellt, der selbsttätig einem weißen, auf den Boden aufgetragenen Farbstreifen folgte.

In Deutschland begann die Entwicklung im Jahre 1963. Hersteller von Flurförderzeugen automatisierten ursprünglich für manuelle Bedienung gebaute Gabelhub- und Plattformfahrzeuge mittels "photoelektronischer" und später dann induktiver Steuerung.

Bereits Ende der 60er Jahre wurden speziell für den automatischen Transport Schlepper konstruiert. Mit automatischen Kupplungen versehen und der Fähigkeit, automatisch rückwärts zu fahren, konnten diese Fahrzeuge Anhänger ankuppeln und am Bedarfsort abstellen. Vorrichtungen zur automatischen Batterieladung waren ebenfalls schon vorhanden.

Die unterschiedlichsten Forderungen der Anwender aus allen denkbaren Industrien, Branchen und Dienstleistungsunternehmen befruchteten die weitere Entwicklung. Die vielen Freiheitsgrade bei der konstruktiven Gestaltung der Fahrzeuge führten zu zahllosen Varianten im Fahrzeugaufbau. Technische und technologische Entwicklungen in der Elektronik, der Halbleitertechnik, der Rechnertechnik und der Sensorik ermöglichten gleichzeitig immer komplexere Steuerungen und Systeme. Auch Entwicklungen in Materialfluss- und Lagertechnik, Produktionsmethoden im Maschinenbau und Trends in Montagetechniken, Arbeitsgestaltung/-methodik und Ergonomie beeinflussten die Weiterentwicklungen der FTS entscheidend.

Mitte der 80er Jahre wurden erste "freifahrende" Anwendungen realisiert, die bis dahin ausschließlich eingesetzten Leitlinien (Drähte oder Farbspuren) wurden durch künstliche Orientierungshilfen (Magnete im Fußboden oder Retroreflektoren an Wänden) ersetzt. Der notwendige Mehraufwand bei der FTF-Sensorik und Steuerungshard-/software konnte insbesondere bei Anlagen mit wenigen FTF durch Vorteile wie z. B. geringerer Installationsaufwand und höhere Flexibilität wettgemacht werden. Der Marktanteil dieser Magnet- und Lasernavigation liegt heute bei über 75 % der neu realisierten Anlagen.

In den 90er Jahren wurden, begünstigt durch die rapide Entwicklung speziell in der Sensortechnik und Mikroelektronik, zuerst an verschiedenen Forschungsinstituten, basierend auf der FTF-Technik, erste "mobile autonome Roboter" realisiert. Mit solchen Geräten war neben dem Transportieren auch das Reinigen, Handhaben, Bearbeiten, Überwachen, Erkunden und Unterstützen bei für den Menschen gefährlichen und unangenehmen Aufgaben außerhalb der klassischen Produktion realisierbar - der Begriff "Serviceroboter" wurde geprägt.



Ein Beispiel für die darauf folgende kommerzielle Anwendung solcher Serviceroboter aus dieser Zeit sind die HelpMate-Fahrzeuge der amerikanischen Firma TRC, die in über 20 Krankenhäusern Hol- und Bringendienste durchführten. Diese Fahrzeuge bewegten sich in öffentlich zugänglichen Bereichen und benutzten bereits die vorhandene Infrastruktur (Wände) zur Navigation und wichen Hindernissen aus.

FTS - Stand der Technik

FTS werden heute vorwiegend in den Bereichen Produktion und Distribution eingesetzt.

Gemäß der FTS-Statistik (Weltweite FTS-Inbetriebnahmen europäischer Hersteller; Universität Hannover; Prof. Dr.-Ing. habil. L. Schulze) wurden zwischen 1965 und 2008 von europäischen FTS-Herstellern mehr als 2.800 Anlagen mit über 27.500 Fahrzeugen in Betrieb genommen. Im Jahr 2006 wurden von den rund 2 Dutzend aktiven europäischen Herstellern 160 Anlagen mit rund 1.000 Fahrzeugen realisiert.

Infolge der Vielfalt der Einsatzbereiche und Aufgabenstellungen gibt es für FTS prinzipiell keine Ausführungsbegrenzungen. Die Mehrzahl der bisher realisierten Systeme lässt sich durch folgende Werte charakterisieren:

Anzahl FTF je System	Ein bis mehrere Hundert
Tragfähigkeit eines FTF	Wenige kg bis über 50 t
Fahrgeschwindigkeit	Typischerweise 1,5 m/s, aber auch abweichende Werte möglich; es gibt keine gesetzlichen Vorschriften
Fahrkurslänge	Wenige Meter bis über 10 km
Anzahl der Stationen	unbegrenzt (Lastwechsel- und Arbeitsstationen)
Anlagensteuerung	Manuell bis vollautomatisch Stand-alone oder in komplexe Materialflusssysteme integriert
Einsatzdauer	Sporadisch bis "rund um die Uhr"
Antriebskonzept	Elektromotorisch, mit oder ohne Batterie Verbrennungsmotorisch

FTS zeichnen sich durch eine hohe Anpassungsfähigkeit an unterschiedlichste Aufgabenstellungen aus. Beispiele hierfür sind im Folgenden dargestellt.

Förderung des Wissenstransfers für eine aktive Mitgestaltung des Pflegesektors durch Mikrosystemtechnik

Universität Duisburg-Essen (UDE)

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA)

MLR System GmbH für Materialfluss- und Logistiksysteme (MLR)

User Interface Design GmbH (UID)



Branche: Metallbearbeitung

Aufgabe: Ver- und Entsorgung von 28 Produktionsmaschinen (je 2 Plätze) mit Pulverbehältern aus einem Regallager (passiv, 250 Plätze); Verwaltung des Lagers; Ausschleusen leerer Pulverbehälter; Einschleusen neu befüllter Pulverbehälter; Inventurfunktion.

Beauftragung: durch Produktions-Planungs-System des Kunden

Einsatzdauer: 3 Schicht-Betrieb an 7 Tagen/Woche

Komponenten: Leitrechner und 3 FTF

FTF:

Abmessungen: 1.826 x 1.000 x 2.130 mm

Lasthandhabung: hydraulischer Hub und elektrischer Seitenschub (einseitig)

Fahrwerk: Dreiradkinematik ohne Stützräder

Navigation: Magnetnavigation (faseroptischer Kreisel, 2 Encoder an Lasträdern)

Sonstiges: RFID-Leser, Waage



Branche: Papier

Aufgabe: Transport von unverpackten Papierrollen (Durchmesser und Länge variierend), Paletten und Tambouren.

Beauftragung: durch Ruftaster

Einsatzdauer: 3-Schicht-Betrieb an 7 Tagen/Woche

Komponenten: Leitrechner und 4 FTF in 4 verschiedenen Bauformen

FTF-Papierrollentransport:

Abmessungen: 4.902 x 2.000 x 2.321 mm

Lasthandhabung: hydraulischer Hub und Prismenverstellung bei 3,0 t Tragfähigkeit

Fahrwerk: Dreiradkinematik ohne Stützräder

Navigation: Magnetnavigation (faseroptischer Kreisel, 2 Encoder an Messrädern)



Förderung des Wissenstransfers für eine aktive Mitgestaltung des Pflegesektors durch Mikrosystemtechnik

Universität Duisburg-Essen (UDE)

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA)

MLR System GmbH für Materialfluss- und Logistiksysteme (MLR)

User Interface Design GmbH (UID)



Branche: Lebensmittel

Aufgabe: Transport von Gestellstapeln mit Käseläuben zwischen Reifelager und Käsepflegemaschine und zum Versand. Vereinzeln der Stapel, Verwaltung des Lagers und der Käsepflegeprogramme.

Beauftragung: durch PPS des Kunden

Einsatzdauer: 2-Schicht-Betrieb an 7 Tagen/Woche

Komponenten: Leitreechner und 1 FTF

FTF:

Edelstahlausführung

Abmessungen: 1.760 x 1.000 x 2.155 mm

Lasthandhabung: hydraulischer Hub bis 3,8 m bei 4.6 t Tragfähigkeit, Lastidentifikation mittels Barcode

Fahrwerk: Dreiradkinematik ohne Stützräder

Navigation: Magnetnavigation (faseroptischer Kreisel, 2 Encoder an Messrädern)



Branche: Krankenhaus

Aufgabe: Transport von Roll-Containern mit z. B. Speisen, Lagerwaren, Wäsche, Apothekengütern von Zentralen (z. B. Apotheke) zu über 110 Stationen (1-15 Übergabepunkte).

Beauftragung: durch Belegung der Quellen

Einsatzdauer: 3-Schicht-Betrieb an 7 Tagen/Woche

Komponenten: Leitreechner und 22 FTF

FTF:

Edelstahlausführung (IP54)

Abmessungen: 1.975 x 608 x 351 mm

Lasthandhabung: elektrischer Hub

Fahrwerk: Dreiradkinematik ohne Stützräder

Navigation: Magnetnavigation (faseroptischer Kreisel, 2 Encoder an Messrädern)

Sonstiges: Barcodescanner, zusätzliche

Sicherheitssensorik zur Erkennung von Betten



Eine Vielzahl von Herstellern bieten FTS an, die sich in der eingesetzten Technik zum Teil erheblich unterscheiden. Bisher ist es jedoch noch keinem dieser Hersteller gelungen diese Technik in relevanten Stückzahlen außerhalb des produzierenden Gewerbes zu vermarkten.

FTS im Dienstleistungssektor

Verschiedene Veröffentlichungen über Serviceroboter beschreiben Produkte, Forschungsprojekte, Szenarien und Visionen zum Einsatz von FTS in öffentlichen Gebäuden wie Hotels, Bürogebäuden, Krankenhäusern und Pflegeheimen, die dort Hol- und Bringedienste durchführen, bzw. Fahrzeugen, die dort Überwachungsaufgaben wahrnehmen.

Wesentliche technische Voraussetzungen für den erfolgreichen Einsatz von FTF in diesen Bereichen ist eine Erweiterung der bisher für "klassische FTS-Anwendungen" realisierten Funktionalitäten. Insbesondere besteht Handlungsbedarf in den Bereichen:

- FTF-Mechanik/Elektrik: Konzept für eine kleine, wendige, multifunktionale FTF-Plattform mit ansprechendem Design
- Energieversorgung: Auf die kleine Bauform und den Anwendungsfall abgestimmtes Energiekonzept
- Navigation: Navigationssystem, das es dem FTF ermöglicht, sich ohne die Nutzung künstlicher Landmarken in seiner Umgebung zu lokalisieren sowie die Fähigkeit zum automatischen Ausweichen dynamischer Hindernisse wie z.B. Personen ohne Spurbindung
- Bedienung: Benutzerschnittstellen, die eine intuitive Bedienung auch durch ungelerntes oder technisch wenig versiertes Personal ermöglichen
- Sicherheit: Realisierung eines kostengünstigen "Vollvolumen-Kollisionsschutzes"

Gründe für die bisher spärliche Abschöpfung von Marktpotentialen der Anwendung von FTS im Dienstleistungsbereich (vgl. z. B. Schraft 1996) sind im wesentlichen:



- unzureichender Wissenstransfer zwischen Hersteller und potentiellern Kunden zur bedarfsgerechten Entwicklung von Produkten
- unzureichender Wissenstransfer zwischen Forschung und Hersteller zur adäquaten Weiterentwicklung von Schlüsseltechnologien der existierenden Fahrzeugkonzepte von den klassischen Produktionsanwendungen zu Anwendungen im Dienstleistungssektor
- fehlende/unzureichende Technologien (z. B. Navigation mittels natürlicher Umgebungsmerkmale, Sicherheitstechnik für öffentlich zugängliche Bereiche, Bedienkonzepte für nicht eingewiesene Bediener)
- fehlende Geschäftsmodelle zur Vermarktung der Produkte
- fehlende Referenzanwendungen
- fehlende verbindliche Normen/Standards für den Einsatz von FTS in öffentlichen Bereichen

Diese Einsatzhemmnisse für den Pflegesektor zu minimieren ist der zentrale Ansatz des Verbundprojekts WiMi-Care.

Literatur

Schraft R.D. / Volz H. (1995): Serviceroboter. Innovative Technik in Dienstleistung und Versorgung. Springer

Schraft R.D. / Schmierer G. (1998): Serviceroboter. Produkte Szenarien Visionen. Springer

VDI 2510 10.05: Fahrerlose Transportsysteme (FTS)

VDI 2510 Blatt 1 12.09: Infrastruktur und periphere Einrichtungen für Fahrerlose Transportsysteme (FTS)

VDI 4451 Blatt 7 07.03: Kompatibilität von Fahrerlosen Transportsystemen (FTS) - Leitsteuerung für FTS