

Günter Ullrich
Thomas Albrecht

Fahrerlose Transportsysteme

Die FTS-Fibel
zur Welt der FTS/AMR – zur Technik –
mit Praxisanwendungen – für die Planung –
mit der Geschichte

4. Auflage



Springer Vieweg

Fahrerlose Transportsysteme

Blick ins Buch

Günter Ullrich • Thomas Albrecht

Fahrerlose Transportsysteme

Die FTS-Fibel – zur Welt der FTS/AMR – zur
Technik – mit Praxisanwendungen – für die
Planung – mit der Geschichte

4. Auflage



Springer Vieweg

Günter Ullrich
Forum-FTS
Voerde, Deutschland

Thomas Albrecht
Fraunhofer-Institut für Materialfluss und
Logistik (IML)
Dortmund, Deutschland

ISBN 978-3-658-38737-2 ISBN 978-3-658-38738-9 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-38738-9>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2011, 2014, 2019, 2023

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Eric Blaschke

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Vorwort

Die Welt der mobilen Robotik boomt. Die vierte Auflage der FTS-Fibel wurde notwendig, weil sich der Anbietermarkt extrem verändert. Es gibt so viele neue Unternehmen in den FTS-Märkten wie nie zuvor. Es werden neue Techniken eingesetzt, neue Anwendungen gesucht und neue Projektstrukturen ausprobiert. Man setzt auf standardisierte Datenschnittstellen, um einen beliebigen Flottenmanager mit heterogenen Fahrzeugflotten zu kombinieren, die von verschiedenen Herstellern kommen. Neu sind auch die Ansätze, über die bekannten Automatikfunktionen hinaus auch zusätzliche autonome Funktionen einzusetzen, um mehr Flexibilität und Bedienerfreundlichkeit zu erreichen.

Neben dem Fahrerlosen Transportfahrzeug (FTF, im englischen: Automated Guided Vehicle, AGV) werden neue Begriffe verwendet wie Mobiler Roboter (MR), Autonomer Mobiler Roboter (AMR), Industrial Mobile Robot (IMR) oder schlicht „Robot“. Mit den sozialen Netzwerken wächst die Bedeutung des Marketings. Aus dem Marketing kommen dann auch – diesen Eindruck hat man – viele der neuen Begriffe und das Versprechen, dass es eine neue Welt der mobilen Robotik gibt, die vielfach innovativer und besser ist als die alte. Wir versuchen eine objektive Darstellung der alten und neuen FTS-Welt.

Wir beschäftigen uns in der neuen Auflage selbstverständlich mit Innovationen, allerdings verfallen wir dabei nicht in eine euphorische Stimmung, sondern hinterfragen die Sinnhaftigkeit und die Wirtschaftlichkeit der neuen Entwicklungen. So beschäftigen wir uns mit den Konsequenzen, die sich aus der Nutzung einer standardisierten Datenschnittstelle auf die FTS-Projekte ergeben. Wir klären über die Autonomie bei mobilen Robotern auf: Wir zeigen, was autonome Funktionen sein können, wie man sie bewertet, welche Vor- und Nachteile sie haben und wie die Konsequenzen solcher Funktionen für die Sicherheit einer Anlage aussehen können.

Zu den Innovationen zählen wir weiterhin neue technische Lösungen im Bereich der Sensorik, Aktorik oder der Lokalisierung. Wir haben uns mit der Be- und Entladung von LKWs beschäftigt und mit neuen Anwendungen in öffentlich zugänglichen Bereichen.

Aber: Innovationen sind zwar wichtig, aber nicht Alles und vor allem kein Selbstzweck. Denn wir erleben auch, dass es in FTS-Projekten immer wieder grundsätzliche Herausforderungen gibt, die sich oftmals ähneln. Leidtragende sind dabei häufig die Anwender, für die die neue Welt nicht einfacher geworden ist: Der Anbietermarkt ist nicht mehr zu

überblicken, der Planungsprozess und die Erstellung eines aussagekräftigen Lastenheftes sind anspruchsvoll und geeignete FTS-Anbieter sind nur schwer zu finden und zu motivieren anzubieten.

Und dann ist da noch die Sache mit der FTS-Kompetenz. Wer bringt sie mit ins Projekt? Der Software-Lieferant oder einer der Fahrzeuglieferanten? Wer übernimmt die fachgerechte Inbetriebnahme, versteht die Schnittstellen, steht für die Anlagen-Sicherheit ein und garantiert letztendlich die Leistung und Verfügbarkeit der eingekauften Anlage, auch wenn der Mischbetrieb mit manuell betriebenen Staplern oder Routenzügen unerwartet (?) Störungen verursacht?

Wir – also das Autoren-Duo – wagen den Spagat zwischen der Innovation und erfolgreichen Projekten. Wir zeigen die Möglichkeiten neuer Techniken und Wege auf, hinterfragen sie aber auch hinsichtlich der Use Cases. Für den Einsatz des FTS in der Intralogistik ist es von fundamentaler Bedeutung zu verstehen, dass das FTS ein Organisationsmittel ist. Diese Fibel stellt dar, wie vielfältig die Anwendungen sind und welche technologischen Standards zur Verfügung stehen. Darüber hinaus dokumentieren wir die neuen Entwicklungen, die innovative Einsatzszenarien ermöglichen und zusätzliche attraktive Märkte erschließen.

Ein weiterer Schwerpunkt ist die ganzheitliche Planung solcher Systeme, die ausführlich mit allen Planungsschritten beschrieben wird. Hier findet der Leser nicht nur einen Fahrplan durch den Planungsprozess, sondern auch zahlreiche wertvolle Hinweise.

Seit über 35 Jahren begleitet der VDI-Fachausschuss „Fahrerlose Transportsysteme“ die Branche. Er vereint heute ca. 40 Mitgliedsfirmen – aus diesem starken Netzwerk heraus entstand die europäische FTS-Community *Forum-FTS*, die engagierte Öffentlichkeitsarbeit und seit einigen Jahren mit einem kompetenten Team auch FTS-Planung und -Beratung betreibt. Allen Mitgliedern des Forum-FTS sei an dieser Stelle Dank gesagt, denn sie haben mit ihren Beiträgen diese Fibel erst möglich gemacht. Außerdem gilt unser Dank dem Lehrstuhl Maschinenbau des Springer Vieweg-Verlags für die nette und verständnisvolle Betreuung.

Die FTS-Fibel richtet sich an Fachleute und Praktiker der Intralogistik, die sich mit der Optimierung von Materialflüssen beschäftigen. Sie sind in nahezu allen Branchen der Industrie, in einigen Dienstleistungsunternehmen oder in Forschung und Lehre an Universitäten und Fachhochschulen tätig. Aus unserer Arbeit als Planer und Berater wissen wir, dass es in der Praxis und in der Lehre Bedarf für eine ganzheitlichen Darstellung unseres Themas gibt. Wir haben uns um eine objektive Sichtweise, eine moderate fachliche Tiefe sowie eine klare und verständliche Sprache bemüht.

Die vorliegende vierte Auflage wurde komplett überarbeitet, umstrukturiert, um wichtige Themen erweitert und trägt den rasanten Entwicklungen in der Technik und den Märkten Rechnung. Möge die überarbeitete Fibel ihren Beitrag dazu leisten, dass Fahrerlose Transportsysteme entsprechend ihren Möglichkeiten eingesetzt und erfolgreich projektiert und realisiert werden. Der Leistungsfähigkeit und den Einsatzmöglichkeiten der mobilen Robotik sind keine Grenzen gesetzt! (Abb. 1).



Abb. 1 Die Buch-Autoren: Thomas Albrecht und Günter Ullrich

Hinweis:

Zur besseren Lesbarkeit wird im nachfolgenden Text auf gendergerechte Formulierungen/Schreibweisen verzichtet. Bei allen Bezeichnungen wie Betreiber, Projektleiter, Lieferant, Planer etc. wird das generische Maskulinum unabhängig vom tatsächlichen Geschlecht der Bezeichneten verwendet.

Voerde, Deutschland
Dortmund, Deutschland
Juni 2022

Günter Ullrich
Thomas Albrecht



6^m
Hubhöhe

**Flexibler
Einsatz**

Effizienz in Bewegung. Automatisierung mit dem smarten Allrounder.

Vielseitig einsetzbar, nachhaltig im Betrieb, problemlos in der Integration: Optimieren Sie Ihre Logistikprozesse mit unserem neuen EKS 215a – dem Fahrerlosen Transportfahrzeug für den automatisierten Hochhubeinsatz.

Mehr erfahren auf www.jungheinrich.de/fts

**Effizienz in Bewegung.
Automatisierung mit Jungheinrich.**

JUNGHEINRICH

Inhaltsverzeichnis

1	Die Welt des FTS	1
1.1	Wording	1
1.2	Motivation für das FTS	2
1.2.1	Das FTS in Produktion und Dienstleistung	4
1.2.2	FTS als Organisationsmittel	6
1.2.3	Argumente für den FTS-Einsatz	7
1.3	Die Sache mit der Verantwortung	9
1.3.1	Aktuelle Relevanz	9
1.3.2	Rechtlicher Rahmen	10
1.3.3	Verantwortung des Betreibers	12
1.3.4	Technische Sicherheitsaspekte	13
1.4	Buzzword Autonomie – Eine berechenbare Größe	15
1.4.1	Begriffswelt der Autonomie	16
1.4.2	Abgrenzung von automatischen und autonomen Funktionen	18
1.4.3	Bestimmung von Autonomie-Index und Anforderungserfüllungs-Index	27
1.4.4	Zusammenfassung und Fazit	30
2	Technologische Standards	33
2.1	Navigation und Sicherheit als zentrale Systemfunktionen	34
2.1.1	Navigation	34
2.1.2	Sicherheit	51
2.2	Systemarchitektur des FTS	62
2.2.1	FTS-Leitsteuerung	64
2.2.2	Exkurs: Standardisierte FTS-Leitsteuerung	74
2.2.3	Fahrzeugsteuerung	80
2.2.4	Mechanische Bewegungskomponenten	84
2.2.5	Energieversorgung der FTF	88
2.3	Das Fahrerlose Transportfahrzeug	98
2.3.1	FTF-Kategorien	98

Driven by future, built by experience.

Die DS AUTOMOTION GmbH ist ein weltweit führender Anbieter fahrerloser Transportsysteme und autonomer mobiler Robotik. Seit 1984 sind wir auf die Entwicklung und Produktion von Automatisierungslösungen für unterschiedlichste Anwendungen und Branchen spezialisiert.



Überall sicher.

USi®-safety

Sicheres Ultraschallsensorsystem
nach Kategorie 3 PL d



Mehr Informationen unter
pepperl-fuchs.com/pr-usi-safety

Mit einzigartiger Technologie durch
widrigste Umgebungsbedingungen
zu maximaler Sicherheit.



Your automation, our passion.

 **PEPPERL+FUCHS**



SmartFork[®] AGV ready!

Hightech-Gabelzinken im automatisierten Intralogistik-Prozess

- ▶ Eingebaute Sensoren in der Gabelzinke
 - zur sicheren Ladungserkennung und aufnahme
 - zur Steuerung und Überwachung des AGV
- ▶ Optional mit integrierter Lastüberwachung
- ▶ Individuelle Entwicklung für Ihren Anwendungsfall



Level Up Your Mobile Robots.

ROKIT – The Robotics Kit by Bosch Rexroth

Mit dem Robotics Kit ROKIT eröffnet Bosch Rexroth neue Möglichkeiten im Bereich der Mobil- und Service-robotik. Der modulare Baukasten aus einzelnen, aufeinander abgestimmten und erprobten Soft- sowie Hardware-Komponenten gibt Ihnen das höchste Maß an Freiheit, das Sie im Zuge der Automatisierung von Prozessen benötigen.

Die Komponenten – ROKIT aXessor, ROKIT Locator, ROKIT Navigator und ROKIT Motor – bieten Ihnen eine grafische Benutzeroberfläche und übernehmen für Sie Positionsbestimmung, Navigation und Bewegungsausführung. Unterstützende produktspezifische Services runden das nutzerorientierte Leistungsportfolio ab.



Bosch Rexroth AG
boschrexroth.de/rokit

rexroth
A Bosch Company



ÜBER 50 JAHRE FTS ERFAHRUNG

Die MLR System GmbH ist der Experte für Fahrerlose Transportsysteme. Wo immer es gilt, den Transport von Waren & Gütern von A nach B effizient zu planen und umzusetzen, sind wir der kompetente Partner. Wir handeln ganzheitlich und verantwortlich, sind vertraut mit den Anforderungen in unseren Kernbranchen und entwickeln auf Wunsch auch Sondertransportlösungen, die exakt auf den Kundenbedarf und das Transportgut angepasst sind. Im Verbund mit unseren Partnern der ROFA Group stehen wir für den perfekten Workflow und eine Maximierung der Produktivität bei hoch effizientem Ressourceneinsatz.



Als Pionier im Bereich der Fahrerlosen Transportsysteme stellen wir unser über Jahrzehnte gewachsenes Knowhow für die Planung, Entwicklung und Umsetzung Ihrer innerbetrieblichen Transport- bzw. Materialflussaufgabe zur Verfügung. Wir kennen die neuesten Technologien, die spezifischen Anforderungen einzelner Branchen und Kunden, und kümmern uns um die Schnittstelle zur Software. Als Generalunternehmer begleiten wir Sie von A bis Z: Wir erstellen Planungs- und Ausschreibungsunterlagen, beauftragen und beaufsichtigen Lieferanten, übernehmen das Projektmanagement während der Realisierung und übergeben Ihnen nach Fertigstellung eine schlüsselfertige Anlage. Sie profitieren dabei nicht nur von unserer Projekterfahrung, sondern auch von unseren langfristigen Beziehungen zu Lieferanten, Planern und Baupartnern.



MLR System GmbH
Voithstraße 15 | 71640 Ludwigsburg
Deutschland

Tel: +49 7141 9748 0
Fax: +49 7141 9748 113
info@mlr.de

2.4	Umfeld des FTS	116
2.4.1	Einsatzumgebung	118
2.4.2	Systemspezifische Schnittstellen	119
2.4.3	Periphere Schnittstellen	122
2.4.4	Mensch und FTF	125
3	Anwendungsgebiete	129
3.1	Aufgabenbezogene Aspekte des FTS-Einsatzes	130
3.1.1	Das FTS in Produktion und Dienstleistung	130
3.1.2	FTS als Organisationsmittel	134
3.1.3	Argumente für den FTS-Einsatz	135
3.1.4	Mischbetrieb von mannbedienten FFZ und FTF	137
3.1.5	FTS im Taxibetrieb	140
3.1.6	Fließlinienbetrieb und der Fokus auf die Serienmontage	141
3.1.7	Lagern und Kommissionieren	141
3.2	Branchenbezogene Aspekte und Beispiele	144
3.2.1	Automobil- und Zulieferindustrie	145
3.2.2	Papierherzeugung und -verarbeitung	162
3.2.3	Elektroindustrie	165
3.2.4	Getränke-/Lebensmittelindustrie	167
3.2.5	Baustoffe	180
3.2.6	Stahlindustrie	182
3.2.7	FTS zur Rohmaterialversorgung in der Kunststoffspritzgießfertigung	188
3.2.8	Innerbetriebliche Transporte von Glas- und Keramikprodukten mittels FTS	191
3.2.9	Kliniklogistik	193
3.2.10	Luftfahrt- und Zulieferindustrie	202
3.2.11	Anlagenbau	206
3.2.12	Lager- und Transportlogistik	207
3.3	Außeneinsatz (Outdoor-FTF)	214
3.3.1	Sicherheit im Außenbereich	217
3.3.2	Navigation im Außenbereich	225
3.3.3	Zusammenfassung	227
3.4	Automatische Be- und Entladung von Lkw mit FTF	228
3.5	Automatischer Routenzug	232
4	Die ganzheitliche FTS-Planung	243
4.1	Die Bedeutung der Planung in FTS-Projekten	244
4.1.1	FTS-Unternehmensstrategie	247
4.1.2	Ressourcen-bestimmende Kriterien	250
4.1.3	Rollen und Akteure für erfolgreiche FTS-Projekte	251
4.2	Planungsschritte	255

4.2.1	Systemfindung	256
4.2.2	System-Ausplanung	262
4.2.3	Beschaffung	270
4.2.4	Betriebsplanung	275
4.2.5	Änderungsplanung	276
4.2.6	Außerbetriebsetzung	277
4.3	Unterstützung bei der Planung	277
4.4	Zehn Schlüsselfaktoren für erfolgreiche FTS-Projekte	284
4.4.1	Ganzheitliches Verständnis für das Projekt und Konzeption mit Weitblick	284
4.4.2	Technische Auslegung versus technischer Anspruch	285
4.4.3	Starkes Lastenheft als technische Grundlage des Projekts	285
4.4.4	Projektmanager mit Sachverstand hoffentlich auf beiden Seiten	285
4.4.5	Realistischer Zeitplan mit Meilensteinen	286
4.4.6	Integration des FTS in die Peripherie vs. Anpassung der Peripherie an das FTS	287
4.4.7	Frühe Integration von AS, IT und Produktion	287
4.4.8	Besprechungskultur	288
4.4.9	Vereinbarte AbnahmeprozEDUREN	289
4.4.10	Fairer Umgang miteinander	289
5	Geschichte der Fahrerlosen Transportsysteme	291
5.1	Die erste FTS-Epoche – Idee und Umsetzung	292
5.1.1	Die ersten europäischen Unternehmen	295
5.1.2	Frühe Technik und Aufgabenstellungen	295
5.2	Die zweite Epoche – Automatisierungseuphorie	298
5.2.1	Fortschritte in der Technologie	298
5.2.2	Große Projekte in der Automobilindustrie	299
5.2.3	Der große Knall	300
5.3	Die dritte Epoche – Gestandene Technik für die Intralogistik	303
5.4	Die vierte Epoche – Das FTS erweitert den Wirkungskreis	311
5.4.1	Neue Märkte	312
5.4.2	Neue Funktionen und Technologien	318
	Stichwortverzeichnis	321

Partner für die **Produktion der Zukunft**



FTF für den PKW Transport in der Endmontage

Eine wandelbare PKW Endmontage mit autonomen Fahrerlosen Transportsystemen setzt technologische Maßstäbe in Bezug auf omnidirektionaler Antriebstechnik, patentiertem Energiekonzept mit Boostcaps und einer äußerst flachen Bauweise mit integriertem Hubtisch.



FTF für die Cockpitvormontage

Vormontageprozesse wie z.B. für Cockpit oder Frontend lassen sich durch unsere FTS-Lösungen sehr einfach, flexibel und wandlungsfähig realisieren. Sie sind beliebig erweiterbar und lassen sich problemlos in bestehende oder dynamische Produktionsstrukturen integrieren.



FTF für die Motorenmontage

Wir bieten individuelle FTS Lösungen mit standardisierten Fahrzeugen für die Produktionslogistik kombiniert mit Montageprozessen, die auf dem FTF im Takt- oder Fließbetrieb durchgeführt werden können. Ein integriertes 4-Achs-Handlingssystem sorgt dafür, dass sich der Motor immer in der ergonomisch optimalen Montageposition befindet.



Über die Autoren

Dr.-Ing. Günter Ullrich Günter Ullrich wurde 1959 in Oberhausen geboren und studierte allgemeinen Maschinenbau an der Universität Duisburg. Dort arbeitete er zunächst als Student, dann als wissenschaftlicher Assistent am Fachgebiet Fertigungstechnik von Prof. Dr.-Ing. Dietrich Elbracht, der mit seiner Berufung das Thema FTS und Robotik von seinem früheren Arbeitgeber, der Jungheinrich AG mitbrachte.¹ Dr. Ullrich beschäftigte sich in seiner Universitätszeit wissenschaftlich mit dem FTS und mobilen Robotern. 1986 gründete Prof. Elbracht den VDI-Fachausschuss FTS, Dr. Ullrich war Gründungsmitglied und leitet den Kreis seit 1996.

Dr. Ullrich war nach seiner Zeit an der Universität Geschäftsführer bei zwei Unternehmen, die weltweit FTS und fördertechnische Anlagen planten und vertrieben.

Seit 2002 ist Dr. Ullrich selbstständiger FTS-Planer und -Berater in der Intralogistik. Er leitet den VDI-Fachausschuss FTS und hat 2006 das Forum-FTS gegründet. Heute ist das Forum-FTS als eine feste Größe in der FTS-Welt bekannt und setzt sich als Interessensgemeinschaft der FTS-Branche für ein ehrliches Image des FTS und erfolgreiche FTS-Projekte ein. Mit einem fachkompetenten Team arbeitet das Forum-FTS sehr erfolgreich planend und beratend in erster Linie für FTS-Anwender, aber auch für Unternehmen, die in der FTS-Branche als Anbieter für Systeme, Komponenten oder Dienstleistungen auftreten (wollen).

Dr. Ullrich schrieb ca. 150 Fachbeiträge zum Thema FTS/mobile Robotik.

Dipl.-Ing. Thomas Albrecht Thomas Albrecht wurde 1964 in Soest geboren und studierte an der TU Dortmund Elektrotechnik mit der Vertiefungsrichtung Nachrichtentechnik. Bereits während des Studiums arbeitete er als studentische Hilfskraft am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML (das damals noch Fraunhofer-Institut für Transporttechnik und Warendistribution ITW hieß) an Aufgabenstellungen aus der Automatisierungstechnik und an Robotersteuerungen. Nach dem Abschluss des Studiums

¹Die Jungheinrich AG gehörte in Europa zu den ersten FTS-Herstellern, außerdem waren sie Anbieter von Industrierobotern.

wurde er 1990 wissenschaftlicher Mitarbeiter des Fraunhofer IML und beschäftigt sich seit dieser Zeit mit allen Aspekten der Fahrerlosen Transportsysteme: zunächst in der Softwareentwicklung für Fahrzeugsteuerung und Tools zur Fahrkursprogrammierung, dann in der Entwicklung von Navigationssystemen für FTF, später als Projektleiter in zahlreichen FTF-Entwicklungsprojekten, als Planer und Berater in FTS-Projekten im In- und Ausland, als Referent auf Fachtagungen und Messen, als langjähriges aktives Mitglied im VDI-Fachausschuss FTS und nicht zuletzt als Organisator der FTS-Fachtagung, die seit 2012 in Dortmund am Fraunhofer IML stattfindet.

Thomas Albrecht ist Autor zahlreicher Fachveröffentlichungen und Mit-Inhaber mehrerer Patente zu Navigationsverfahren und weiteren innovativen Lösungen im Umfeld von FTS.

1.1 Wording

Der Begriff „Fahrerloses Transportsystem“ (FTS, engl. AGV System) wird seit mehr als sechzig Jahren verwendet und beschreibt ein Logistiksystem, beispielsweise eine klassische Intralogistik-Anwendung (Taxibetrieb), Montagelinien für Serienprodukte (Fließlinien- oder Taktbetrieb) oder eine Aufgabenstellung im Lager, bei der Materialtransporte mittels einer Flotte automatischer Flurförderzeuge erledigt werden. So ein FTS versteht sich als Organisationsmittel und Garant für einen zuverlässigen, sicheren Materialtransport mit definierter Leistung, Verfügbarkeit und Qualität. Die Peripherie und alle parallelen Prozesse der Produktionslogistik sind sorgfältig aufeinander abgestimmt.

Ein typischer Anwendungsbereich ist eine durchgeplante, i. d. R. komplexe Produktionslogistik in Unternehmen, in denen mittels Serien-/Massenfertigung produziert sowie hohe Leistung und Effizienz in Lager und Kommissionierung gefordert wird.

Typische Beispiele sind: Logistikzentren, Automobilfertigung, Automobilzulieferbetriebe, Serienfertiger der weißen und braunen Ware, Lebensmittelindustrie, Warenströme (Essen, Müll, Apotheke, Magazin) in Krankenhäusern (abseits der Bettenstationen).

Die Fahrzeuge, die in solchen Systemen zum Einsatz kommen, werden üblicherweise „Fahrerloses Transportfahrzeug“ (FTF, engl. AGV für Automated Guided Vehicle) genannt und können sich technologisch hinsichtlich ihrer Funktionalitäten (mechanisch, mechatronisch, elektrisch), aber auch hinsichtlich ihrer „Intelligenz“ (Sensorik, Steuerungsfunktionen, Autonomie) sehr unterscheiden.

Seit einigen Jahren gibt es neben diesem klassischen FTS, das im Rahmen eines Systemgeschäfts beschafft und als Projekt realisiert wird, auch Bestrebungen, den Fokus auf das Fahrzeug zu legen (Produktgeschäft). Diese Fahrzeuge werden häufig nicht als FTF, sondern als Mobiler Roboter (MR), Autonomer Mobiler Roboter (AMR), Mobiler Manipulator, Industrial Mobile Robot (IMR) oder schlicht „robot“ bezeichnet. Daneben gibt es zahlreiche weitere Bezeichnungen, die häufig auch Produktnamen einzelner Hersteller sind.

Im Vordergrund steht also der mobile Roboter (MR), der „einfach“ in eine bestehende Industrieumgebung integriert werden und nach kurzer Inbetriebnahmezeit einfache Dienstleistungen (wie Transportieren, Handhaben, Reinigen, Informieren) übernehmen kann. Es ist möglich, dass einige wenige solcher Roboter miteinander kommunizieren und sich die Aufgaben teilen. Auch werden von solchen Fahrzeugen verschiedenste physische und datentechnische Schnittstellen bedient. Diese Fahrzeuge sind vielfältig einsetzbar, benötigen wenig Planung, kaum Vorbereitungen der Einsatzumgebung und kurze Inbetriebnahmezeiten. Sie können ggf. ohne eine stationäre FTS-Leitsteuerung funktionieren, wenn sie selbst in Abstimmung mit den anderen MRs ihre Aufgaben finden, verteilen und ausführen.

In der neuen Richtlinie VDI 2510 findet man die Definition des Begriffs, den wir hier auch anwenden wollen:

Fahrerlose Transportsysteme (FTS) 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 FTS ist der automatisierte Materialtransport. Im weiteren Sinne zählen zu FTS auch solche Systeme, die für Dienstleistungsaufgaben, wie z. B. Handhabung, Überwachung, Reinigung, Ausgenommen hiervon sind Geräte, die als Verbraucherprodukte gemäß ProdSG auf dem Markt bereitgestellt werden (Abb. 1.1).

Unter einem Fahrerlosen Transportfahrzeug (FTF, englisch: Automated Guided Vehicle, AGV) versteht man ein flurgebundenes Fördermittel mit eigenem Fahrtrieb, das automatisch gesteuert und berührungslos geführt wird. Fahrerlose Transportfahrzeuge dienen dem Materialtransport, und zwar zum Ziehen oder Tragen von Fördergut mit aktiven oder passiven Lastaufnahmemitteln.

1.2 Motivation für das FTS

Die Bedeutung des innerbetrieblichen Materialflusses als integratives Element im Unternehmen steigt ständig, zunächst seit mehreren Jahrzehnten aufgrund der Forderung nach kürzeren Durchlaufzeiten, geringeren Beständen und höchster Flexibilität. Im Umfeld von Industrie 4.0 und im Zuge der Digitalisierung wächst nun der Anspruch an die Intralogistik, nicht nur das Material, sondern auch Informationen und Daten fließen zu lassen.