

# Technik im Umbruch

Zu den Rahmenveranstaltungen der diesjährigen Intralogistik-Messe LogiMAT in Stuttgart gehörte ein viel beachtetes Fachforum zur Zukunft der Fahrerlosen Transportsysteme (FTS). Die drei Referenten fassen im folgenden Beitrag die Inhalte ihrer Vorträge zusammen. Im Mittelpunkt steht dabei der Aufbruch der FTS-Branche in eine neue Epoche.

- Sebastian Behling
- Andreas Drost
- Günter Ullrich

Die FTS-Technik entwickelt sich in Epochen [1]. Gegenwärtig wird der Übergang von der dritten zur vierten Epoche vollzogen. Die dritte Epoche (Gestandene Technik für die Intralogistik) dauerte von 1995 bis 2010. Während dieser Zeit wurden belastbare Standards geschaffen, mit denen sich zuverlässige und leistungsfähige FTS-Lösungen in fast allen Bereichen der Intralogistik realisieren lassen. Zu diesen technischen Standards gehören

- ▶ die freie Navigation (Laser oder Magnet)
- ▶ Personenschutz durch gelbe Laserscanner sowie ein europäischer Sicherheitsstandard
- ▶ ausgereifte Leitsteuerungen für zentralistische FTS-Konzepte
- ▶ Funk-Datenübertragung per WLAN
- ▶ klassifizierte Betriebsarten, Anwendungen und Fahrzeugtypen.

Mit ihnen gelang und gelingt es, vor allem im innerbetrieblichen Umfeld Kostensenkungspotenziale in der Intralogistik auszuschöpfen. Bei allen Projekten, bei denen die verantwortlichen Planer das FTS als Organisationsmittel angesehen haben, sind probate Anlagen entstanden.



② Hoch flexibel: der UNITR für den Transport von Kleinladungsträgern

(Bild: MT Robot)

## Die neue FTS-Epoche

Die nun begonnene vierte Epoche negiert ihre Vorgängerin nicht. Denn statt die dritte Epoche zu verdrängen, bietet und verlangt sie

- ▶ mehr Märkte: Krankenhäuser und Altenheime, Lager und Kommissionierung, Outdoor, generell der Einsatz in öffentlichen Bereichen
- ▶ mehr Technik in der Objekterkennung (3D, Sensorfusion)
- ▶ mehr Navigation, mehr Sicherheit (Drive Safe) in bestimmten Anwendungsbereichen
- ▶ mehr Intelligenz und mehr Aufgaben in den Fahrzeugen (STS)
- ▶ mehr Flexibilität (Einfachheit, Verständlichkeit) bei Inbetriebnahme/Änderungen
- ▶ mehr Servicefreundlichkeit (RFID/Auskunftsfreudigkeit von Kernkomponenten)
- ▶ mehr Angebot bei der Energieversorgung (Kombinationen von Technologien)
- ▶ mehr Datensicherheit und -zuverlässigkeit (z. B. bei Datenübertragung).



③ Nach Modulwechsel: der gleiche UNITR mit Stapelmöglichkeit für Paletten

(Bild: MT Robot)

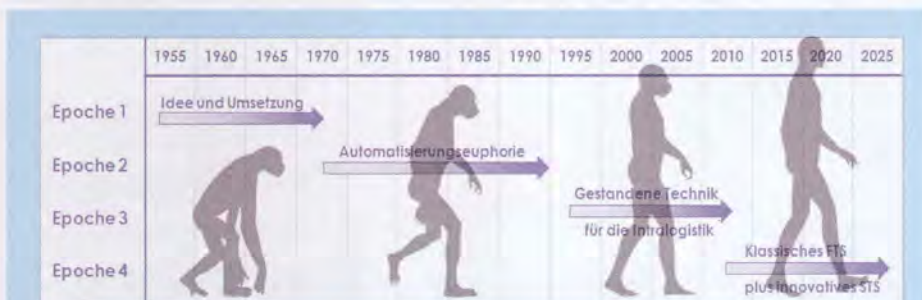
Tafel ① zeigt, was dieses „Mehr“ für die Technik des FTS bedeutet. Von zentraler Bedeutung wird das Drive Safe sein, d. h. die Integration der Funktionalitäten Navigation und Sicherheit. Die neuen Systeme werden dem Namen FTS nicht mehr genügen. Die Verschmelzung mit den bisher getrennten Entwicklungsbereichen der autonomen Systeme bzw. der Servicerobotik legt eine neue Namensgebung nahe [2]: Das FTS wird zum Service- und Transportsystem, kurz STS genannt. Zukünftig wird es Systeme geben, die nicht mehr nur den Transport, sondern auch oder sogar vornehmlich Serviceaufgaben übernehmen – mit deutlich mehr Intelligenz, als es das FTS bis heute hatte.

Nachfolgend werden erste Realisierungen dieser Ideen aus Forschung und Entwicklung, aber auch erste Produkte, die am Markt erfolgreich sind, näher vorgestellt.

## Anwendungsmöglichkeiten einer neuen FTS-Generation

Das von der MT Robot AG in Zwingen (Schweiz) entwickelte FTS der neuesten Generation – UNITR – ist das Ergebnis einer Verschmelzung zweier bisher getrennter Welten: auf der einen Seite die mobile Robotik mit wegweisenden Navigationsverfahren und Benutzerschnittstellen und auf der anderen Seite die bewährte Technologie der FTS. Zu dieser Verschmelzung von Technologien kommen neue Konzepte bezüglich Anwendungsmöglichkeiten hinzu.

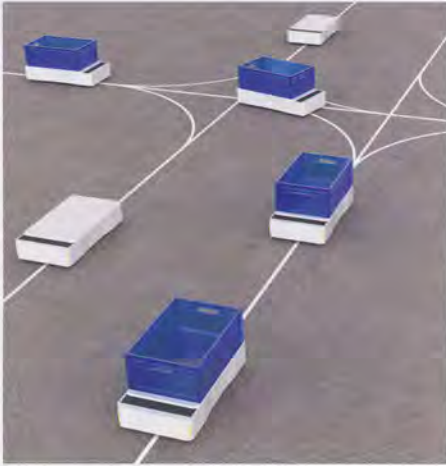
In den meisten Unternehmen gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher logistischer Problemstellungen. Daneben können auch Aufgaben bestehen, die



① Epochal: Schema der Entwicklung des FTS

(Bild: G. Ullrich)





**4 Wirtschaftliche Lösung: „KaTe“  
(Kleine automatische Transporteinheit)  
für KLT bis 50 kg**  
(Bild: Götting)

nicht unmittelbar der Logistik zugeordnet werden, wie beispielsweise die Fußbodenreinigung. Ein UNITR-System besteht aus dem eigentlichen Fahrzeug und unterschiedlichen Aufsätzen, den sog. Modulen. Aus Modul und UNITR

wird die jeweils optimale Lösung aufgebaut. Durch einen automatischen Modulwechsel in dafür vorgesehenen Stationen baut sich der UNITR selbstständig für andere Aufgabenstellungen um (Bilder 2 und 3). Dank dieser Flexibilität bzgl. der ausführbaren Aufgaben kann die Auslastung des Gesamtsystems deutlich gesteigert werden. Hierdurch wird auf der einen Seite eine schnelle Amortisation gewährleistet, und auf der anderen Seite können scheinbare Nebentätigkeiten mit geringer Auslastung ebenfalls automatisiert werden.

Kontinuierliche Verbesserungsprozesse (KVP) tragen maßgeblich zu Produktivitätssteigerungen in den Unternehmen bei. Dadurch haben auch die internen Abläufe eine bisher nicht bekannte Dynamik erhalten. Starre und an die Umgebung nur schwer anpassbare Systeme wirken solchen notwendigen kontinuierlichen Veränderungsprozessen entgegen. Durch die Kombination von neuen Technologien im Bereich der Navigation, Benutzerschnitt-

stelle und Modulwechselsystem kann der UNITR diesen Anforderungen gerecht werden. Der Benutzer kann den Fahrkurs selbst ändern und anpassen. Das integrierte Laser-Navigationssystem ermöglicht die Orientierung in bekannten Umgebungen durch eine Teach-in-Fahrt. Die daraus resultierenden Freiräume und die Flexibilität behindern die KVP nicht, sondern unterstützen sie und ermöglichen selbst weitere Optimierungspotenziale.

#### **Einfache Bedienbarkeit, höchster Sicherheitsstandard**

Als abschreckendes Beispiel für „Benutzerfreundlichkeit“ von Geräten wird immer wieder der Videorekorder zitiert. Wer wünscht sich im Zeitalter des iPhone noch eine solche Art der Bedienung? Wichtig ist, dass Aufträge einfach und intuitiv eingegeben werden können, denn dadurch erhöht sich die Akzeptanz bei den Mitarbeitern, werden Fehler im täglichen Umgang minimiert und die Ergonomie am Arbeits-



**Tafel ① Fähigkeiten zukünftiger FTF im industriellen Umfeld**

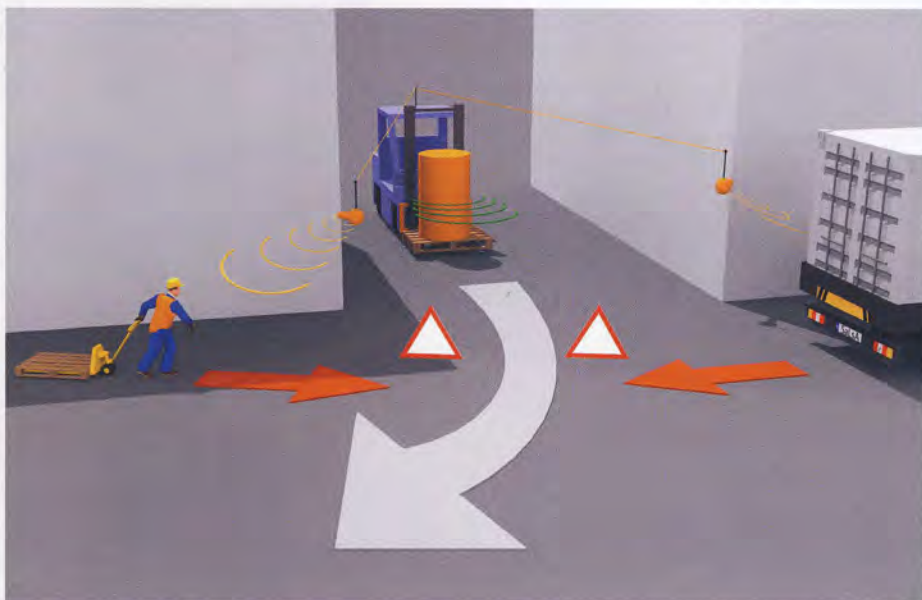
Bezeichnung	Beschreibung
Truly Autonomous Driving	Beim „echt“ autonomen Fahren sind keine künstlichen Marken zur Navigation, aber die integrierte Sicherheit sowie mehr Mitdenken nötig – Stichwort Drive Safe.
Hindernisse umfahren	Hindernisse erkennen (Objekterkennung) und umfahren, ggf. melden.
Störungen erkennen	Störungen im Ablauf erkennen und beherrschen: Andockposition korrigieren, alternative Andockstation anfahren, melden. Gefährliche Situationen müssen gemeistert werden.
Palettenfinder	Generelle Funktion, um ein Lastaufnahmemittel aufnehmen zu können, obwohl es nicht optimal positioniert ist.
Lkw-Beladung	Selbstständiges Ausmessen des Laderaums und optimiertes Beladen. Erste Lösungen existieren; sie sind allerdings noch zu unflexibel und – im Vergleich zur Lkw-Beladung mit einem manuellen Stapler – zu langsam.
Schnelles Lernen	Neue Aufgaben schnell lernen, z. B. durch eine Erkundungsfahrt, bei planmäßigen oder außerplanmäßigen Layoutänderungen für ein neues FTF in der Flotte.
Fließender Verkehr	Gerade im Outdoor-Einsatz ist ein verantwortliches „Mitschwimmen“ oder Mitmachen wichtig. Dazu gehört die angepasste, auch hohe Geschwindigkeit.
Schnelles Agieren	Die Aktionen müssen schneller werden. Dazu gehören das Fahren, das Lasthandling und die Kommunikation mit peripheren Einrichtungen.
Sprachsteuerung	Der Operator muss erkannt werden, und seine Befehle müssen gut verständlich sein: „Warte!“, „Wohin fährst Du?“, „Bringe diese Palette ins Lager!“
Umweltrelevanz: Energieverbrauch und Batterieentsorgung	Der Umweltschutz hat auch die Logistik erreicht. Der Energieverbrauch, die Rohstoffe und die Umweltverträglichkeit der Batterieentsorgung spielen eine immer größere Rolle.

platz verbessert. Die webbasierte Benutzerschnittstelle des UNITR ist intuitiv zu bedienen und trägt diesen Entwicklungen Rechnung.

Der UNITR wird nicht nur in der Industrie, sondern auch im Healthcare-Bereich eingesetzt, was für die von MT Robot entwickelte Sicherheitssensorik Neuland bedeutet. Eine 3D-Umfeldüberwachung in Fahrtrichtung sowie ein System zur Erkennung von Rampen und Kanten sind die Voraussetzungen dafür, dass ein freies Fahren möglich ist. Erst damit kann sich das Fahrzeug in unterschiedlichsten Umgebungen absolut sicher und vorausschauend bewegen.

**Kleinladungsträger wirtschaftlich transportieren**

Die Götting KG aus Lehrte, ein seit vielen Jahren im Bereich der fahrerlosen Fahrzeuge erfolgreich agierendes innovatives Unternehmen, bearbeitet zurzeit einige interessante Entwicklungsthemen. Das betrifft beispielsweise den Transport von geringvolumigen, kleinen Ladeeinheiten, der – als Folge des weltweiten Trends zur Reduzierung der Losgrößen – von den Anwendern verstärkt praktiziert wird [3]. Um dieses Szenario mit einem automatischen Materialflusssystem effizient bedienen zu können, wird in einem von der AiF geförderten Projekt bei der Götting KG ein Low-Cost-Konzept realisiert. Die Transportfahrzeuge für Nutzlasten bis 50 kg werden als Bezeichnung „KaTe“ (Kleine automatische Transporteinheit) bezeichnet (Bild 4). Die besonders kleinen Fahrzeuge haben eine Transportfläche für Kleinladungsträger (KLT) im Modulmaß von 400 mm x 600 mm und sind in der Komplexität auf das Wesentliche reduziert. Somit werden zukünftig große Stückzahlen wirtschaftlich realisierbar sein, um die Materialflusskosten für Einzeltransporte von KLT deutlich zu senken. Die speziell für das Projekt entwickelten Antriebseinheiten ermöglichen eine Fahrgeschwindigkeit bis zu 2 m/s und eine Steigungsfahrt bis 5 %. Zum Personenschutz wird bei verringerter Geschwindigkeit ein taktiles Schaltelement eingesetzt. Dabei reduziert ein passives Feder-Dämpfer-System die auftretenden Kräfte auf einen vorschriftsgerechten Wert. Die Simplifizierung des Systems setzt sich auch im Lasttransfer durch eine manuelle Be- und Entladung fort. Optional können ebenfalls Lade- oder Hubvorrichtungen integriert werden. Auch die Spurführung wurde für die Fahrzeuge vollstän-



**⑤ Sicherheitsverfahren „SaLSA“: intelligentes Miteinander von Mensch und Maschine im Außenbereich**

(Bild: Götting)



dig neu entwickelt, um den Anforderungen gerecht zu werden.

Am wirtschaftlichsten ist es, wenn die Transporteinheit mithilfe eines Sensors einer optischen Leitlinie folgt und zur absoluten Positionsbestimmung zusätzlich Barcodes auf dem Boden identifiziert. Wahlweise werden ein induktives Verfahren mit Leitdraht oder eine Transponder-Navigation angeboten. Großes Interesse beim Fachpublikum fand das System zuletzt auf der Hannover-Messe 2012.

### Erweitertes Sicherheitskonzept für den Outdoor-Bereich

Sobald Fahrerlose Transportfahrzeuge in gemeinsamen Bereichen mit Personen und personengeführten Fahrzeugen operieren, sind Sensoren zum Personenschutz obligatorisch. Für Anwendungen im Außenbereich werden bislang berührende Sensoren („Bumper“) mit geringer Detektionsreichweite eingesetzt, die allerdings nur geringe Fahrgeschwindigkeiten ermöglichen. Die Überwindung dieser Geschwindigkeitsbeschränkung bietet bei langen Fahrstrecken, wie sie im Outdoor-Einsatz üblich sind, ein hohes ökonomisches Potenzial. Aus diesem Grund wird bei der Götting KG im Rahmen des Forschungsprojekts „SaLSA“ ein neues Sicherheitsverfahren entwickelt, das Gefahrenbereiche hinsichtlich der Kollisionsvermeidung Fahrerloser Transportfahrzeuge im Außeneinsatz entschärft und die maximale Fahrgeschwindigkeit deutlich steigert [4]. Des Weiteren kann das Verfahren auch innerhalb von Gebäuden eingesetzt werden, um die Sicherheit von automatischen Fahrzeugen beispielsweise in Kreuzungsbereichen zu erhöhen.

Zur Erweiterung des herkömmlichen Sicherheitskonzepts wird eine Datenfusion der Fahrzeugsensoren mit externer, stationärer Sensorik eingesetzt. Die Umgebungssensorik kommuniziert ihre Daten an das Fahrzeug, das daraufhin seine Geschwindigkeit anpasst oder einen alternativen, weniger risikobehafteten Fahrweg wählt, so dass eine bestmögliche Sicherheit für Personen und Sachwerte gegeben ist (Bild 5). Im einfachsten Fall erteilt die Umgebungssensorik eine Freigabe für schnellere Fahrt, falls sichergestellt werden kann, dass keine Hindernisse in einem ausreichenden Abstand um den Fahrweg vorliegen. Erstmals lässt sich somit eine intelligente Geschwindigkeitsanpassung für automatische Fahrzeuge realisieren.

### Resümee

Der Entwicklungsbedarf für die FTS-Branche ist groß. Dringend erforderlich ist deshalb eine intensivere Zusammenarbeit mit den Entwicklern der Service-robotik als bisher. Die technologischen Herausforderungen sind nicht mehr allein von den meist mittelständischen FTS-Herstellern zu meistern. Sehr viel Initiative und Weitblick sind nötig. Die Hersteller sollten sich zu Entwicklungsgemeinschaften zusammenschließen und vor allem die umfangreichen Forschungsprogramme (national und EU-weit) nutzen. □

### Literatur

- [1] Ullrich, G.: Fahrerlose Transportsysteme. Eine Fibel – mit Praxisanwendungen – zur Technik – für die Planung. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag 2011.
- [2] Ullrich, G.: Der steinige Weg zur autonomen Mobilität in und außerhalb der Industrie. In: Tagungsband zum 4. Technologieforum „Fahrerlose Transportsysteme (FTS) und mobile Roboter“ am 17. Mai 2011 in Stuttgart. Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), 2011.
- [3] Behling, S.: Entwicklung eines automatischen, flächenbeweglichen Mikro-Unterfahrschleppers. Aachen: Shaker Verlag 2011.
- [4] Neugebauer, T.; Rührup, S.: Projekt SaLSA: Automatisierte Fahrzeuge im Außenbereich. Neuartiges Sicherheitskonzept. Hebezeuge Fördermittel, Berlin 51 (2011) 7-8, S. 396-397.

**Dr.-Ing. Sebastian Behling**  
ist Projektleiter  
im Bereich Forschung bei  
der Götting KG  
in Lehrte



**Dipl.-Ing. Andreas Drost**  
ist Geschäftsführer  
der MT Robot AG  
in Zwingen (Schweiz)



**Dr.-Ing. Günter Ullrich**  
ist selbstständiger  
Unternehmensberater in  
Vorderode (fts-kompetenz.de)  
und Leiter des VDI-Fach-  
ausschusses „Fahrerlose  
Transportsysteme (FTS)“  
sowie des Forum FTS

