

Modellbeispiel: Moderne, adaptive AWT-Konzepte führen auch in kleineren Krankenhäusern zu Einsparungen in der Logistik

# Transportlogistik für die Kleinen

Seit Beginn des letzten Jahrzehnts haben sich Fahrerlose Transportsysteme (FTS) in größeren Krankenhäusern ab 600 Betten durchgesetzt und übernehmen als automatische Warentransportanlagen die Kliniklogistik. Mit neuen Konzepten dringt das FTS nun auch in kleinere Häuser vor. Am Beispiel einer neuartigen Lösung in einer konkreten Planungsaufgabe wird das deutlich.

Das Fahrerlose Transportsystem hat die Kliniklogistik erobert. Das gilt sicher für große Krankenhäuser mit mehr als ca. 600 Betten [1]. Die Logistikleiter versprechen sich davon grundsätzliche Vorteile. Dazu zählen:

- Optimierung der Logistikabläufe,
- zuverlässige und zeitgerechte Lieferungen im Sinne eines HACCP-Konzepts,
- Reduzierung der Logistikkosten,
- Integration in bestehende Gebäude ohne Unterbrechung der Versorgung.

Die heutigen FTS-Anwendungen ähneln sich: Meist kommen sogenannte Unterfahr-FTFs (Fahrerlose

Transportfahrzeuge) zum Einsatz, die Edelstahl-Rollcontainer schultern und transportieren. Die Container sind für Speisen, Wäsche, Müll, Sterilgut, Apotheken- oder Magazinware konzipiert und können mit bis zu 450 kg beladen werden. Die großen Speiscontainer fassen über 30 Tablett.

Da die Logistikwege in großen Häusern lang sind, kommen meist zehn bis 100 Fahrzeuge zum Einsatz – immer gesteuert von einer FTS-Leitsteuerung, die über WLAN mit den FTF kommuniziert. Start der Transporte sind die zentralen Versorgungsbereiche wie Küche, Wäscherei, Müllplatz, Apotheke und Magazin. Von dort aus geht es zu den Stationen, die aber nicht direkt befahren werden. Vor den Stationen gibt es üblicherweise so genannte Bahnhöfe, an denen die Container von den FTF abgestellt und auch wieder abgeholt werden.

Diese ‚großen‘ Logistikkösungen mit großen Fahrzeugen (bis 800 kg Gesamtgewicht, 2 m Länge und 1,80 m Höhe) benötigen eigene Logistikwege, die sich zumeist in den Untergeschossen der Kliniken befinden

und in Kellergängen die zentralen Versorgungsbereiche mit den zahlreichen Bettenhäusern verbinden. Für diese Lösungen sind dann auch erhebliche Investitionen erforderlich: Für eine Anlage mit zehn Fahrzeugen, die alle wesentlichen Logistikaufgaben in einem 600 Bettenhaus übernehmen kann, rechnet man überschlägig mit gut einer Million Euro (ohne Stauförderer und Rollcontainer).

## FTS jetzt auch für kleine Häuser

Weil solche Lösungen zu viele Voraussetzungen erfordern, sind sie eben für kleinere Häuser nicht geeignet, obwohl es in vielen von ihnen genügend Potenzial für die Optimierung der Logistik gibt. Die Vorteile einer FTS-Lösung gelten aber uneingeschränkt sowohl für große als auch für kleine Häuser. Generell erkennt man in der FTS-Branche große Veränderungen, die von einer Erweiterung der bisherigen Techniken und Anwendungen geprägt sind. Die neue Ära des FTS bietet und will mehr [2]:

- mehr Märkte: Krankenhäuser und Altenheime, Lager und Kommissionierung, Outdoor, generell der Einsatz in öffentlichen Bereichen,
- mehr kleine und wendige Fahrzeuge,
- mehr Technik in der Objekterkennung (3D, Sensorfusion),
- mehr Navigation, mehr Sicherheit (Drive Safe) in bestimmten Anwendungsbereichen,
- mehr Intelligenz und mehr Aufgaben in den Fahrzeugen,
- 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 (zum Beispiel bei der Datenübertragung).

Von zentraler Bedeutung wird das DriveSafe sein, also die Integration der Funktionalitäten Navigation und



Die Kliniklogistik mit FTS – wie hier im Landeskrankenhaus Klagenfurt – ist für Krankenhäuser ab ca. 600 Betten eine Bereicherung.

Bild: DS Automation



Das beispielhafte Layout eines kleinen Krankenhauses zeigt, dass auch hier der Einsatz einer fahrerlosen Transportlösung möglich ist.

Bild: MT Robot

Sicherheit. Die neuen Systeme werden dem Namen FTS dann aber nicht mehr genügen. Die Verschmelzung der bisher getrennten Entwicklungsbereiche ‚autonome Systeme‘ und ‚Servicerobotik‘ legt eine neue Namensgebung nahe: Das FTS wird zum STS, zum Service- und Transportsystem. Zukünftig werden Systeme nicht mehr nur den Transport, sondern auch oder sogar vornehmlich andere, nämlich Serviceaufgaben übernehmen – mit deutlich mehr Intelligenz als es das FTS bis heute hat [3].

### Vom FTS zum Service- und Transportsystem

Zurzeit befinden sich mehrere Planungsprojekte in Arbeit. Natürlich ist jedes Krankenhaus besonders, aber die Unterschiede liegen in Details. Um einmal generell aufzuzeigen, welche neuen Möglichkeiten zur Optimierung der Kliniklogistik es mit intelligenten FTF – oder besser: mit neuartigen STS – gibt, soll das fiktive Beispiel einer Fachklinik mit 150 Betten auf sechs Stationen mit je 25 Betten betrachtet werden: Am Layout der Klinik (Abbildung oben) erkennt man rechts den Versorgungstrakt samt Zentralküche, Apotheke, Wäscherei, Müllplatz und Magazin. Das linke Gebäude ist das Bettenhaus mit drei Etagen und jeweils zwei Stationen (farblich grau und blau gekennzeichnet). Insgesamt verfügt das Haus über 150 Betten (6 mal 25).

Der Weg vom Versorgungstrakt bis zum Aufzug beträgt gemittelt 50 m; das Erdgeschoß des Bettenhauses ist ohne Aufzugsbenutzung nach den 50 m erreichbar. Die beiden höher liegenden Etagen 1 und 2 sind nur mit dem Aufzug erreichbar, der

Aufzug wird auch vom Pflegepersonal genutzt.

Auf jeder der drei Etagen gibt es zwei Stationen. Die Länge des Gangs einer Station beträgt 80 m. Auf diesem liegen zehn Doppelzimmer und fünf Einzelzimmer gleich verteilt, zusätzlich Serviceräume wie Schwestern-, Ärzte- und Behandlungszimmer, Aufenthaltsraum, Toilette, Bad, Treppenhaus, Fensterbereich, Lager etc. Sind beide Stationen auf einer Ebene so miteinander verbunden, dass das STS vom Aufzug aus durch die erste Station fahren, danach ohne wesentliche Strecke durch eine automatische Tür in die zweite Station wechseln, diese durchfahren kann und dann wieder – ohne eine Wegstrecke doppelt fahren zu müssen – den Aufzug erreicht, so ergibt sich ein Rundkurs. Es fallen folgende Logistikaufgaben an:

- Essensversorgung morgens, mittags und abends inklusive Entsorgung,

- Entsorgung des Mülls von den Stationen und Bereitstellung leerer Behälter,
- Wäsche (Ver- und Entsorgung),
- Versorgung der Stationen mit Waren aus der Apotheke, dem Sterilgutlager und dem Magazin (Quelle jeweils im Versorgungstrakt),
- Sonder- und Eiltransporte.

### Küchentakt gibt die Systemleistung vor

Für eine vereinfachte Betrachtung geht man davon aus, dass das STS lediglich Container mit Tablett anliefert. Der Container wird am Eingang zur Station auf einem MMW (mobiler Modulhandling-Wagen) abgestellt. Die Verteilung übernimmt dann das Stationspersonal: Es schiebt den beladenen MMW durch die Station und entnimmt die Tablett.



Der Vergleich zu herkömmlichen FTS zeigt: Die neue STS-Lösung UNITR ist modular aufgebaut und auch für kleinere Krankenhäuser geeignet. Sie besteht aus einer Transport- und einer Funktionseinheit.

Bild: MT Robot

Es finden also Einzelfahrten statt:

- Bringen eines gefüllten Containers von der Küche zur Station,
- Abholung des Containers mit schmutzigem Geschirr von der Station zur Küche.

In einen Container passen 14 Tablett; eine Station benötigt max. 25 Tablett pro Mahlzeit. Somit sind zwei Container pro Station und insgesamt zwölf Fahrten erforderlich. Soll die Essensversorgung des ganzen Hauses innerhalb einer Stunde erfolgen, bedeutet dies einen Küchentakt von fünf Minuten. Die Küche gibt also letztlich die Leistung der gesamten Anlage vor. Das STS muss in der Lage sein, in diesem Takt die Container von der Küche abzuholen. Daraus ergibt sich die Anzahl an benötigten Fahrzeugen. Mit dem Ziel, die Anzahl der benötigten STS zu begrenzen, muss ein präziser Fahrplan entwickelt werden, in dem alle erforderlichen Transporte berücksichtigt sind. Dieser ausgefeilte Plan sorgt für eine gleichmäßige Auslastung der Fahrzeuge über den Tag verteilt. Maßgeblich sind dabei die Essenstransporte, die vorrangig behandelt werden. Daraus ergeben sich dann die Freiräume, in denen die anderen Transporte erfolgen können. Insgesamt ist die Anlage von morgens 6.00 bis abends 22.00 Uhr im Einsatz. Während der Nachtzeit stehen die Fahrzeuge auf ihren Parkplätzen, an denen sie automatisch elektrisch andocken und Energie tanken.

### Ergänzende Transporte mit Sonder- und Eiltransporten

Die ergänzenden Transporte komplettieren den Fahrplan mit der Versorgung mit bzw. dem Abtransport von Müll, Wäsche, Apotheken-, Sterilgut und Magazinwaren.

- Müll: Jede Station muss täglich einmal befahren werden. Kombitransport: Ein leerer Aufsatz hin, der volle geht mit zurück. Das Ziel bzw. die Quelle auf der Station liegt zentral in der Station, das heißt nach 40 m.
- Wäsche: Jede Station muss täglich einmal befahren werden. Kein Kombitransport: Die frische Wäsche wird angeliefert, das Personal wechselt die Wäsche, das STS holt die Schmutzwäsche später wieder ab. Dadurch kommt es zu zwei Fahrten pro Station. Das Ziel bzw. die Quelle auf der Station liegt zentral in der Station, das heißt nach 40 m.
- Apotheke, Sterilgut, Magazin: Jeden Vormittag geht ein Transport durch die beiden Stationen des Erdgeschosses und durch die erste Station des 1. Obergeschosses (untere Hälfte). Ein weiterer Transport führt durch die zweite Station des 1. Obergeschosses und durch die beiden Stationen des 2. Obergeschosses (obere Hälfte). Nachmittags geht noch einmal ein Transport durchs ganze Haus.

Zu den ergänzenden Transporten gehören ebenfalls die Sonder- und Eiltransporte, die nur bedingt planbar sind. Bei der Planung ist dringend darauf zu achten, dass die Anzahl der STS ausreicht, um genügend Zeitfenster für solche Transporte zu haben. Im Laufe eines Tages kommt es zu ca. 30 Sonder-/Eiltransporten, die unterschiedliche Quellen und Senken haben können.

### Literatur

- 1 Ullrich, G.: Fahrerlose Transportsysteme. Eine Fibel – mit Praxisanwendungen – zur Technik – für die Planung. Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, ISBN 978-3-8348-0791-5
- 2 Ein FTS als Optimierungswerkzeug. Hebezeuge Fördermittel, 49 (2009) 10, S. 502–504, Huss-Medien Verlag Berlin
- 3 Ullrich, G.: Der steinige Weg zur autonomen Mobilität in und außerhalb der Industrie. Fachvortrag anlässlich des 4. Technologieforums ‚Fahrerlose Transportsysteme (FTS) und mobile Roboter – Chance, Technologie, Wirtschaftlichkeit‘ am Fraunhofer Institut IPA Produktionstechnik und Automatisierung am 17. Mai 2011 in Stuttgart
- 4 Analyse der Wirtschaftlichkeit Fahrerloser Transportsysteme (FTS). VDI 2710 Blatt 4, Ausgabe 7/2011



Die Aufnahme eines Speisemoduls am mobilen Modulhandling-Wagen (MMW) verdeutlicht, wie einfach sich beide Einheiten trennen lassen. Die Wagen können dann einfach auf Station an die richtige Stelle geschoben werden.

Bild: MT Robot

Einige Transportarten, die üblicherweise zu den Sonderfahrten gehören, haben fast Fahrplancharakter:

- Postverteilung (zwei Fahrten durchs ganze Haus),
- Getränkeboxen (zwei Fahrten pro Ebene/zwei Stationen).

### Selbstständiger Umbau für die unterschiedlichen Aufgaben

Die den Berechnungen zugrunde liegende STS-Technologie stammt aus dem Hause MT Robot AG, Zwingen, Schweiz. Das Unternehmen hat sich der Entwicklung des STS, also des FTS der Zukunft verschrieben. Als einer der ersten Hersteller kann MT Robot industrietaugliche Produkte anbieten, die viele Ideen in den verwendeten Komponenten vereinen.



Blick in das flexible Wäschemodul: Für die unterschiedlichen Aufgabenbereiche gibt es passend bestückte Funktionsmodule.

Bild: MT Robot

Herzstück der technischen Lösung ist der UNITR. Das System besteht aus dem eigentlichen Fahrzeug und unterschiedlichen Aufsätzen, den sogenannten Modulen. Aus Modul und Fahrzeug wird die jeweilige Lösung aufgebaut.

Das Fahrzeug selbst ist wendig und nur 138 kg schwer, die Zuladung beträgt maximal 200 kg. Durch einen automatischen Modulwechsel in dafür vorgesehenen Stationen baut sich das Fahrzeug selbstständig für andere Aufgabenstellungen um. Diese Flexibilität ermöglicht es, die Auslastung des Gesamtsystems immens zu steigern. Dadurch wird auf der einen Seite eine schnelle Amortisation erreicht, auf der anderen Seite lassen sich scheinbare

Nebentätigkeiten mit geringer Auslastung ebenfalls automatisieren. Durch die Kombination neuer Technologien im Bereich Navigation, Benutzerschnittstelle und Modulwechselsystem kann das System diesen Anforderungen gerecht werden. So kann der Benutzer den Fahrkurs selbst ändern und anpassen. Das integrierte Laser-Navigationssystem ermöglicht die Orientierung in bekannten Umgebungen mittels Einlernen durch eine Lernfahrt. Dadurch entstehen Freiräume und die notwendige Flexibilität, um den kontinuierlichen Verbesserungsprozess aktiv zu fördern.

Im täglichen Umgang ist es wichtig, einfach und intuitiv Aufträge eingeben zu können. Damit wird die Akzeptanz bei den Mitarbeitern erhöht, Fehler im täglichen Umgang werden minimiert und die Ergonomie am Arbeitsplatz verbessert. Die webbasierte Benutzerschnittstelle des UNITR ist intuitiv bedienbar und trägt deshalb diesen Entwicklungen Rechnung. Die beschriebene Lösung ist klein und wendig, was besonders bei engen Platzverhältnissen vorteilhaft ist. Auch bis zu 2 cm hohe Schwellen können überfahren werden. Die eigens für Healthcare-Anwendungen entwickelte Sicherheitssensorik – bestehend aus taktilen Sensoren sowie Laser- und Ultraschallsensoren – erlaubt das Vordringen in neue Bereiche. Eine 3D-Umfeldüberwachung in Fahrtrichtung, sowie ein Rampen- und Kanten-Erkennungssystem sind Bausteine, um in unterschiedlichen Umgebungen sicher und vorausschauend fahren zu können.

### Mobiler Modulhandling-Wagen für einfachen Transport

Eine Neuentwicklung ist der mobile Modulhandling-Wagen, kurz MMW. Hier werden die gelieferten Module am Ziel örtlich flexibel, aber automatisch abgegeben und können ohne viel Kraftaufwand vom Stationspersonal weiter bewegt werden. So kann die Schwester das Speisemodul auf einem MMW durch die Station schieben und die Tablettts austeilen. Die Szenarien werden mithilfe statischer Simulationsverfahren berechnet.

Im beschriebenen Fall ergeben sich drei benötigte STS. Die Kalkulation umfasst das komplette Projekt mit:

- drei UNITR
- Leitsteuerung
- drei Batterieladestationen
- acht Speisemodule
- 15 Wäschemodule
- 15 Transportmodule (für Apotheke, Sterilgut und Magazin)
- zehn Modulwechselstationen
- 19 Brandschutztüren (steuerungstechnischer Umbau)

Die gesamte Investition beläuft sich auf ca. 600.000 Euro. Der zunächst hoch anmutende Preis relativiert sich, wenn man bedenkt, dass darin 120.000 Euro für alle erforderlichen Container/Module bereits enthalten sind. Dem steht die Alternative gegenüber, die Logistik dem Hol- und Bringdienst zu überlassen. Dazu wären in zwei Schichten drei, also insgesamt sechs Personen erforderlich, die mit jährlichen Vollkosten von 40.000 Euro zu Buche schlagen. Die Betrachtung des Return on Investment (ROI) ergibt, dass sich die Investition nach zweieinhalb Jahren amortisiert hat. Schreibt man die Investition auf sechs Jahre mit einem internen Zinssatz von 7,5 Prozent ab, so ergeben sich nach Ablauf der Abschreibungszeit bereits Einsparungen von über 700.000 Euro.

Dipl.-Ing. Andreas Drost,  
Dr.-Ing. Günter Ullrich

#### Kontakt

MT Robot AG  
Andreas Drost  
Riedstraße 16  
CH-4222 Zwingen  
Tel.: +41 61 7752020  
Fax: +41 61 7752021  
info@mt-robot.com  
www.mt-robot.com

AWT-Kompetenz – Kompetenz  
in Krankenhauslogistik  
Dr.-Ing. Günter Ullrich  
Kronprinzenstraße 64  
46562 Voerde  
Tel.: +49 2855 933109  
info@awt-kompetenz.de  
www.awt-kompetenz.de