

Schwerlast-Outdoor-FTS

KARL-HEINZ WEHKING, GERHARD KOPP

Nach abgeschlossenen Testreihen mit Langzeiteinsatz in der Praxis beginnt nun die Weiterentwicklung bis zur Serienreife und die Markteinführung von fahrerlosen Flurförderzeug-Systemen für den Betrieb auf werksinternen Straßen. Kennzeichnend für die erste Systemausführung ist der Transport von Lasten bis 9 t, dazu die Fahrgeschwindigkeit von 10 km/h (batteriegespeiste Antriebe) und die volle Integration in den bestehenden Werksverkehr. Weitere Grundlage des neuen Systems ist der besonders abgesicherte Automatikbetrieb, der sich in die manuell gesteuerten Transportabläufe mit Gabelstaplern, Schleppern, Lkw einfügt; fallweise zählt dazu auch der Bahnbetrieb.

In den letzten 20 Jahren haben sich automatische fahrerlose Flurförderzeuge (FTS) einen festen Platz im innerbetrieblichen Materialfluß erobert. Sie sind integrale Bestandteile moderner, häufig in die CIM-Philosophie eingebundener Materialflusssysteme. Der Einsatz von FTS beschränkt sich gegenwärtig aber fast ausschließlich

auf den Indoor-Bereich. Die Werkstransporte innerhalb eines Fabrikareals hingegen, die Transporte von einem Fabrikgebäude mit Lagern zu anderen Gebäuden mit Montagen und Fertigungen übernehmen fast ausschließlich konventionelle Systeme wie Gabelstapler, Schlepper oder Lkw. All diese Transportfahrzeuge sind fahrgelenkt und benutzen die normalen Werksstraßen. Eine Einbindung dieser manuell geführten Systeme direkt in eine computerintegrierte Logistik ist nur schwer oder gar nicht zu realisieren. Herkömmliche Konzeptionen, beispielsweise in der Chemie- oder Automobilfabrikation, verlangen für den Transportbetrieb nicht selten 500 bis 1000 Beschäftigte.

Vier Punkte sprachen bisher gegen eine ganz oder teilweise Automation dieser innerwerklichen Transporte:

- Automatische Systeme müssen im Mischverkehr arbeiten (Bild 1), das heißt auf Werksstraßen, die auch von Fußgängern, Zweiradfahrern, sowie den herkömmlichen Transportträgern benutzt werden. Die Einrichtung von separaten, für den Normalverkehr gesperrten Straßenteilen für automatische Systeme, ist nicht möglich, da im allgemeinen hierfür die Platzverhältnisse nicht ausreichen oder der Kostenaufwand für das Gesamtsystem zu hoch wäre.
- Transporte im innerwerklichen Verkehr fordern häufig, entweder hohe Einzellasten oder viele kleine Lasten zusammen zu transportieren. Das verlangt nach hohen Zuladungsmöglichkeiten der Fahrzeuge.
- Um den übrigen, nicht automatisierten Verkehrsfluß nicht zu stören, aber auch aus wirtschaftlichen Gründen, muß das FTS im Outdoor-Einsatz etwa drei bis vier

mal schneller (10 bis 15 km/h) fahren als im Indoor-Einsatz.

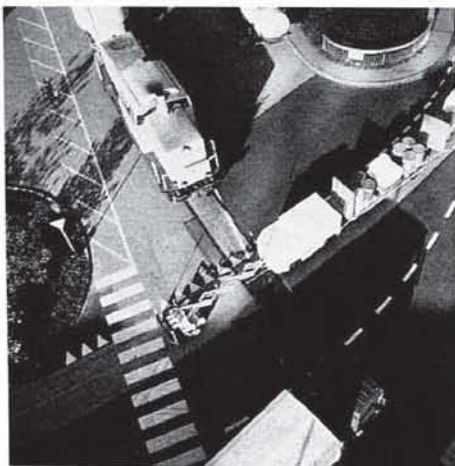
▪ Die allgemeinen Sicherheitsanforderungen an FTS-Systeme in Werkshallen werden für den Außeneinsatz durch die Witterungseinflüsse und die höheren Geschwindigkeiten drastisch verschärft. Sicherheitseinrichtungen, wie im Indoor-Bereich, sind hier nicht ausreichend.

Im Jahre 1985 bildete sich im Rahmen einer umfangreichen Materialflußanalyse des Chemiewerkes Klybeck, Ciba Geigy-Konzern, in Basel erstmalig die Idee für einen automatischen Transport innerhalb eines Chemiewerkareals. Der Konzern hat sich anschließend dazu entschlossen, ein Prototypensystem zu realisieren, bestehend aus je einem Schleppzug und einer automatischen Be- und Entladestation.

Die Fahrstrecke besteht aus einem Rundkurs von 1819 m. Verbunden wird auf diesem Kurs ein Lager mit einer Farbproduktion. Zum Transportweg gehören sowohl eine Tunneldurchfahrt mit 6% Neigung als auch die Überfahrt einer Werksbrücke und die Überquerung von Schienenanlagen eines naheliegenden werksinternen Rangierbahnhofes.

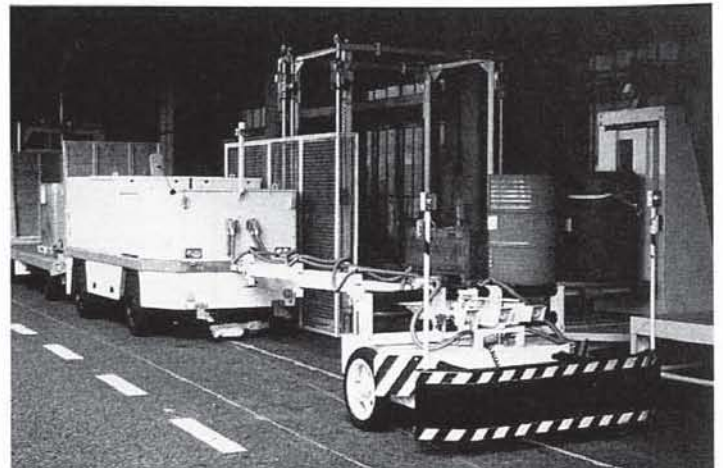
Das Gesamtsystem besteht aus einem Schleppzug (Bild 2). Hauptsächliche Komponenten sind der Sicherheitsvorwagen, der eigentliche Hauptschlepper mit zwei je 9 kW-Elektroantriebsmotoren (Batterie-speisung) sowie zwei Anhängern für eine Nutzlast von $2 \times 4,5$ t. Der Schleppzug hat bei einer Länge von 21 m einen Wendekreis von 3,5 m. Die Längen verteilen sich etwa zur Hälfte auf Vorwagen, Schere und Schlepper und auf die Anhänger. Die maximale Schleppzug-Geschwindigkeit beträgt derzeit 10 km/h. Dadurch kann das System

Dr.-Ing. K.-H. Wehking ist Geschäftsführer, Dipl.-Ing. G. Kopp Mitarbeiter bei der Roboter- und Logistik-Technologie-GmbH



1: Das fahrerlose Transportsystem im innerwerklichen Mischverkehr

2: Automatischer Schleppzug an der Beladestation für palettierte Güter. Kennzeichnend für das System sind der Sicherheitsvorwagen und der Schlepper mit batteriebetriebenen Elektromotoren



die komplette Strecke in einer Zykluszeit von 22 bis 24 min. zurücklegen. Die Be- und Entladezeiten liegen bei etwa 9 min. Gesamtzeit, je Palettentransfer entfallen 45 s.

Eine weitere Systemeinheit bilden die Übergabestationen für die automatische Be- und Entladung der Lastanhänger mit palettierten Gütern (Bild 3).

Die Güter werden auf einer Rollenbahn gepuffert und von hier automatisch über ein Drehhubwerk mit Teleskopfunktionen auf den Lastzug übergeben.

Zudem ergänzt die Ortsinstallation das System, im einzelnen bestehen aus der Bodeninstallation, der Kommunikationseinrichtung und der ortsfesten Steuerung.

Sicherheitssystem

Die Sicherheitsphilosophie führte zu einem Zweifach-Sicherheitssystem (Bild 4). Im normalen Betriebszustand wird vom Vorwagen aus mit drei Ultraschallsensoren der Raum bis zehn Meter vor dem Sicherheitsvorwagen kontinuierlich überwacht. Die Signale werden an einen speziellen Hinderisrechner weitergegeben, der alle im Sicherheitsraum befindlichen Hindernisse analysiert. Entsprechend den einzelnen Sicherheitszonen Bild 4, schaltet der Hinderisrechner dann die Fahrgeschwindigkeit des FTS automatisch von der Normalgeschwindigkeit (10 km/h) auf die jeweils niedrigere Geschwindigkeitsstufe herunter.

Dieses „elektronische Auge“ der Sicherheitseinrichtung arbeitet getrennt von der mechanischen Sicherheitseinrichtung Bild 4 oben. Der Vorwagen hat einen Sicherheitsbumper, der über einen Schaltweg von 2,5 cm Länge ausgelöst wird. Im Auslösungsfall laufen zeitparallel folgende Funktionen ab:

- Entriegelung der Schere, die die mechanische Verbindung zwischen Vorwagen und Hauptwagen herstellt und die durch Gummizüge jederzeit unter Vorspannung steht. Hierdurch wird nach Entriegelung der gesamte Vorwagen in Richtung Hauptwagen gezogen.
- Auslösen der Bremsen des Sicherheitsvorwagens, dadurch wird ein Weiterschieben des Sicherheitsvorwagens oder ein „Verrücken“ des Hindernisses verhindert.
- Auslösen der Bremsen des Schleppers und der Anhänger. Jedes Rad des Schleppers besitzt Scheibenbremsen mit Doppelbremschuhen und jedes Rad des Anhängers Scheibenbremsen mit Einfachbremschuhen. Die Bremsen werden hydraulisch gelüftet und sind dank ihrer großen Bremsdurchmesser in der Lage, das Gesamtsystem – unabhängig von den Witterungsbedingungen – auf einer Distanz von 2,5 m zum Halten zu bringen.

Da der Sicherheitsvorwagen durch die Scherenkonstruktion und den Sicherheitsbumper einen möglichen Halteweg von 3,5 m zulässt, der maximale Bremsweg aber nur 2,5 m beträgt, ist das Gesamtsystem auf jeden Fall in der Lage, bei einer Störsituation – unabhängig von der Ultraschallüberwachung – das Gesamtsystem zu einem gesicherten Not-Stop zu bringen.

Ausblick

Das Schleppzugsystem ist seit dem Winter 1986/1987 im Einsatz und hat bereits mehr als 3000 Betriebsstunden abgeleistet. Es wird im einschichtigen Betrieb genutzt und hat derzeit eine durchschnittliche Transportkapazität von 120 bis 140 Paletten je 8-Stunden-Schicht.

Das Gesamtsystem der Pilotanlage bei der Ciba-Geigy AG ist von der Suva (Schweizerische Unfallversicherungsanstalt) zugelassen.

Die Betriebserfahrungen haben gezeigt, daß sich mit diesem System eines schnell-fahrenden Schwerlast-Outdoor-FTS die eingangs geschilderte Automatisierungslücke in den Unternehmen schließen läßt.

Um in Zukunft einen breiten Einsatz von Outdoor-FTS des Typs „Logstar“ in verschiedenen Branchen zu ermöglichen, wurden Eck-Leistungs-Parameter für eine zukünftige FTS-Familie entwickelt (Bild 5). Die zu entwickelnde FTS-Familie besteht im Kern aus drei unterschiedlichen Zugfahrzeugen. Es handelt sich dabei um einen reinen Elektroschlepper (E-Schlepper) zum Ziehen von maximal zwei Anhängern und um zwei Aktivschlepper (A-Schlepper). Diese decken zwei Traglastbereiche, 18 und 40 t ab, und sind in der Lage, sowohl als Unterfahrschlepper zu arbeiten als auch gleichzeitig bis zu zwei Anhänger zu ziehen.

Alle Konstruktionen werden so gestaltet, daß, je nach zukünftiger Applikation, eine leichte Anpassung der Zugschlepper und vor allem der Anhänger an die jeweiligen Betriebsnotwendigkeiten möglich wird. Dies gilt sowohl für die Dimension der Anhänger als auch die Lastübergabeeinrichtungen. Die Art der Übergabeeinrichtungen, etwa passiv wie bei der realisierten Pilotanlage, oder aktiv mit Rollen- oder Kettenförderer oder Hubeinrichtung, richtet sich nach den zukünftigen Anwendungen. Entsprechend diesen Planungsgrundlagen ergeben sich folgende Arbeitsschwerpunkte:

- Konstruktive Änderungen zur Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit auf mindestens 15 km/h. Dies betrifft den Vorwagen, die Hinderniserkennung und die Antriebstechnik.
- Erhöhung der Traglasten der Anhänger von bisher 4,5 t auf Schwerlasten
- Konstruktion eines Unterfahrschleppers für Schwerlasten.
- Berücksichtigung eines Drei-Schicht-Betriebes durch einen alternativen Antrieb (dieselhydraulisch, gashydraulisch).
- Realisierung alternativer Spurführungstechniken.

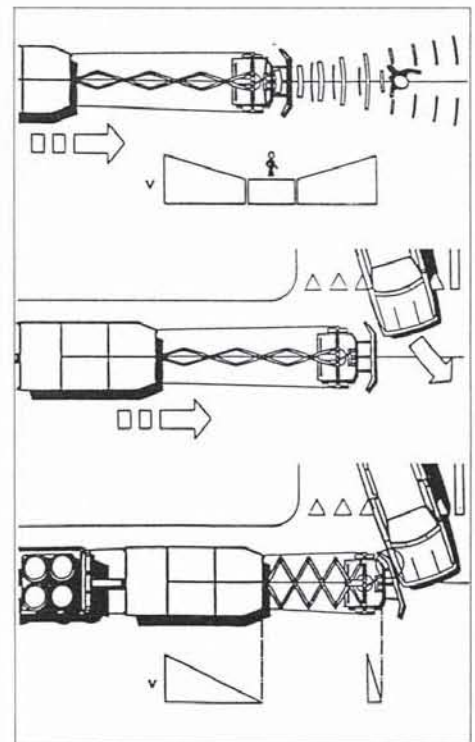
Mit diesen Fahrzeugen bestehen die Voraussetzungen, eine der letzten Automatisierungslücken im Bereich der Logistik zu

5. Nach definierten Rahmenwerten festgelegte Entwicklungsziele der Logstar-Fahrzeugfamilie mit der Unterteilung E- und Aktiv-Schlepper

Fahrzeugfamilie	E-Schlepper		Alternative Antriebe	
	Pilotanlage Ciba-Geigy	verbesserte Konstruktion	Aktiv-Schlepper klein	Aktiv-Schlepper groß
Gesamtzuladung [T]	9	10	18	30 / 40
Zuladung Schlepper [T]			6	10 / 13
Zuladung Anhänger [T]	4,5	5	6	10 / 13
Anzahl Anhänger	2	2	2	2



3: Die systemergänzende Fördertechnik ist konventioneller Bauart. Erkennbar an der Drehgabel-Übergabestation bei der Anhänger-Beladung



4: Prinzipielle Wirkungsweisen der Sicherheitseinrichtungen. Drei Ultraschallsensoren überwachen kontinuierlich den vorausliegenden 10 m-Bereich. Der Sicherheitbumper am Vorwagen löst bei einem Schaltweg von 2,5 cm die Bremsung aus
 Geschwindigkeitsreduktion auf:
 $V_4 = 10 \text{ km/h}$; $V_3 = 5 \text{ km/h}$ bei 10 m; $V_2 = 3 \text{ km/h}$ bei 6 m; $V_1 = 0,5 \text{ km/h}$ bei 4 m; $V_0 = 0 \text{ km/h}$ bei 2 m; $V_{00} = \text{Schnellstop}$

schließen. In Zukunft wird es daher möglich sein, hohe Lasten über große Entfernungen im Außenbereich von Werksarealen automatisch zu transportieren.

Bildnachweis: Roboter- und Logistik-Technologie-GmbH