Transportsysteme für die Montage

Wissenswertes in Sachen Systemauswahl

Günter Ullrich

Bei der Auslegung von Montagesystemen, z. B. für die klassische Motorenmontage in der Automobilindustrie, gibt es vielfältige Möglichkeiten, die erforderlichen Transporte zu realisieren. Artverwandte Montagen in der Automobilindustrie betreffen u. a. Achsen, Türen und Cockpits. Auch in anderen Industriebereichen und -branchen gibt es vergleichbare Arbeitsabläufe. Welches Transportsystem für die jeweilige Montageaufgabe zum Einsatz kommt, unterliegt Kriterien, die technischer, wirtschaftlicher oder auch (firmen-)philosophischer Natur sind.

Autor: *Dr.-Ing. G. Ullrich ist selbstständiger Unternehmensberater, Voerde*

In dem im vorliegenden Fachbeitrag betrachteten Montagebereichen gibt es drei wichtige Aufgabenstellungen für Transportsysteme. Da ist zunächst die Hauptmontagelinie, in der das zu montierende Produkt vom Startpunkt der Montage bis zum Endpunkt transportiert werden muss. Zwischen Start- und Endpunkt findet die eigentliche Montage statt. Die zweite Aufgabenstellung betrifft die Kommissionierung der (Anbau-)Teile für die Montage. Da die Typenvielfalt der zu montierenden Produkte i. Allg. zu groß ist, als dass die Bevorratung von allen Teilen direkt an der Linie möglich wäre, findet die typengerechte Zusammenstellung bestimmter Teile in einer separaten Kommissionierzone statt. Für den Transport der Kommissionierbehälter ist ebenfalls ein Transportsystem erforderlich. Zu guter Letzt müssen die Kommissionierbehälter von der Kommissionierzone zur Montagelinie gebracht werden. Diese Aufgabe muss nicht zwangsläufig mit demselben Transportsystem durchgeführt werden, das in der Kommissionierzone Verwendung findet.

In der Tabelle „Für Montagelinien relevante Transportsysteme" sind die für die Erledigung der zuvor genannten Aufgaben in der Praxis anzutreffenden Fördertechniken aufgeführt. Prinzipiell sind alle aufgezählten Transportsysteme für die Aufgabenstellungen einsetzbar. Allerdings führt eine erste Betrachtung der Wirtschaftlichkeit zu den in der Tabelle „Eignung der Fördertechniken für die Aufgabenstellungen in der Montage" aufgelisteten Ergebnissen. Der in dieser Tabelle vorgenommenen Wertung liegen folgende Überlegungen zugrunde:

- Starre Montagebänder eignen sich nur für die Montagelinie, weil sie zur Kommissionierung und für den reinen Transport zu unflexibel sind. Außerdem sind die erreichbaren Geschwindigkeiten zu gering, Wege werden verbaut und Durchgänge versperrt.
- Manuell bediente Flurförderzeuge machen nur für den reinen Transport Sinn, da die Personalkosten in der Montage und der Kommissionierung zu hoch wären. In der Kommissionierung müsste der Fahrer selbst die Teile picken, was aber angesichts der damit verbundenen Auf- und Absteigevorgänge wenig sinnvoll erscheint.
- Die Handwagen-Lösung ist nur geeignet für die Kommissionierung. Falls die Wege von der Kommissionierung zur Montagelinie kurz sind, kommen sie auch für den Transport infrage. Da dies aber nur selten der Fall ist, sind Handwagen für den Transport nur „bedingt geeignet" und für die Montage „nicht geeignet".
- Die EHB nimmt eine Sonderstellung ein. Hier hängt alles von den Platzverhältnissen und der Hallen- bzw. Deckenbeschaffen-

heit vor Ort ab. Demzufolge ist die EHB generell nur schwer mit ihren konkurrierenden Fördertechniken vergleichbar und wird deshalb im Folgenden nicht weiter betrachtet.

Technologievergleich FTS-Systeme/IBT-Systeme

Für die drei Aufgabenstellungen sind sowohl die klassischen Fahrerlosen Transportsysteme als auch die Induktiven Bodentransportsysteme gut geeignet. Aus diesem Grunde werden beide Technologien zunächst losgelöst von der Aufgabenstellung betrachtet.

Das klassische FTS ist in Europa seit Beginn der 60er-Jahre bekannt. Systembestandteile sind eine zentrale Leitsteuerung, eine mehr oder weniger aufwändige Bodenanlage und einzelne Fahrerlose Fahrzeuge, die ihren Energiebedarf (für Fahr- und Lenkantriebe, Lasthandling und Steuerung) aus bordeigenen Traktionsbatterien (Akkumulatoren) decken.

Seit den 80er-Jahren sind Induktive Bodentransportsysteme am Markt verfügbar, die ohne Batterien auskommen und ihre Energie aus den im Boden verlegten Einspeiseleitungen erhalten. Seit einigen Jahren lassen sich diese Systeme auch induktiv führen.

In Bezug auf die elektrische und die mechanische Konstruktion des Induktiven Bodentransportsystems ist die Anordnung der relativ großen Pick-ups (zur induktiven Leistungsaufnahme) von Bedeutung. Diese muss so ausgeführt sein, dass stets die optimale Lage des Pick-ups zu den Einspeiseleitungen im Boden sichergestellt ist, da sonst der Wirkungsgrad stark abfällt. Außerdem sind kurzfristige Leistungsspitzen beim Anlauf von elektromechanischen und elektrohydraulischen Aggregaten nur mithilfe von größeren oder einer höheren Anzahl Pick-ups als „eigentlich" erforderlich wären zu beherrschen. Bei Ausfall oder Notaus der Bodenanlage lassen sich die Fahrzeuge nicht mehr manuell verfahren und verlieren den Kontakt zur Leitsteuerung.

Für die praktische Anwendung sind auch Mischformen der beiden Technologien denkbar. So z. B. ein FTS, das an festgelegten Stellen seine Batterie mit der induktiven Stromübertragung auflädt, oder ein Induktives Bodentransportsystem, das für bestimmte Layoutbereiche oder Funktionen über eine zusätzliche Batterie verfügt.

FTS und Induktives Bodentransportsystem können sich gut ergänzen. In den wichtigen Merkmalen stimmen beide Systeme überein. Die Fragestellungen „Batterie ja oder nein?", „Welcher Batterietyp?", „Welche Batteriegröße?" oder „Welche Ladestrategie?" sind zunächst zweitrangig. Ebenso zweitrangig wie die Fragestellungen hinsichtlich der Fahrzeugnavigation, der Sicherheitseinrichtungen, der Datenübertra-

Für Montagelinien relevante Transportsysteme

Transportsysteme	Definition
Einschienen-Hängebahn (EHB) Foto: Fredenhagen	Elektrisch einzeln angetriebene Fahrwerke fahren auf einer Schiene, die entweder von der Hallendecke abgehängt oder an aufgeständertem Stahlbau befestigt ist. An den Fahrwerken befinden sich Gehänge, die das Transportgut aufnehmen.
Fahrerlose Transportsysteme (FTS) Foto: TMS	Die Transporte übernehmen batteriebetriebene automatische Fahrzeuge, die die Last ziehen, tragen oder schleppen können.
Flurförderzeug Foto: Jungheinrich	Unter diesem Begriff sind die manuell bedienten Einzelfahrzeuge zusammengefasst, also z. B. Gabelstapler oder Schlepper.
Handwagen	Ein Werker zieht oder schiebt einen Handwagen.
Induktive Bodentransportsysteme (IBT) Foto: Rofa	Im Gegensatz zum klassischen FTS haben diese Fahrzeuge keine Traktionsbatterie, sondern beziehen die notwendige Antriebsleistung berührungslos induktiv aus zwei Einspeiseleitungen im Boden.
Starres Montageband Foto: Autor	Darunter werden im vorliegenden Beitrag unterschiedliche technische Ausführungen verstanden, die wie Werkstückträger mit konstantem Vorschub oder getaktet durch die Montage transportiert werden (z. B. mit Kettenförderern, Rollenbahnen oder über eine Welle basierend auf dem Schrägrollenprinzip).

Quelle: Autor

Welche Fördertechnik für welche Aufgabenstellung?

	Transport in Montagelinie	Transport in Kommissionierzone	Transport von Kommissionierzone zur Montagelinie
Starre Montagebänder	↑	→	→
Fahrerlose Transportsysteme	↑	↑	↑
Induktives Bodentransportsystem	↑	↑	↑
Einschienen-Hängebahn	→	→	→
Flurförderzeug	↓	→	↑
Handwagen	↓	↑	→

↓ – nicht geeignet; → – bedingt geeignet; ↑ – sehr geeignet

Quelle: Autor

gung und der Leitsteuerung. Aufgrund dessen werden in den weiteren Vergleichen beide Systeme unter dem Begriff FTS zusammengefasst.

In der Montagelinie: Starre Montagebänder oder FTS?

Je einfacher das Layout der Linie, desto eher eignen sich starre Montagebänder. Denn die Realisierung von Verzweigungen, Boxenfertigung und Insellösungen ist nur mit dem FTS einfach möglich. Das Layout wird auch anspruchsvoller, wenn es außer der Fließmontage getaktete Bereiche gibt. Per Montagebänder realisierte komplexe Layouts schränken ferner die Zugänglichkeit ein. Flächen werden verbaut und Wege versperrt. Für die ergonomische Arbeitsplatzgestaltung sind starre Montagebänder eher ungeeignet.

Ist für die Durchführung der Montagearbeiten das „einfache Oval" ausreichend, so haben Montagebänder den Vorteil, einfach

Die starre Fließmontage braucht kein FTS.

konstante Vorschübe einstellen zu können. Die starre Fließmontage braucht kein FTS. Zudem ist die Technik des starren Montagebands, verglichen mit dem FTS, einfacher, und deshalb noch robuster und zuverlässiger.

Aber häufig ist das „einfache Oval" eine unrealistische Wunschvorstellung: Wie sieht z. B. das Prüfkonzept in der Montage aus? Müssen einzelne Werkstückträger an separate Prüfplätze ausgeschleust werden? Die gleiche Frage stellt sich für die Nacharbeit: Was soll geschehen, wenn Fehler entdeckt werden? Bei genauer Überlegung sind also doch wieder eigene Inseln unumgänglich.

Das größte Argument für das FTS ist die Layoutflexibilität. Will der Anlagenbetreiber im Nachhinein, z. B. weil sich die Stückzahlen ändern, das Layout der Montagelinie anpassen, erfordert dies bei starren Montagebändern i. d. R. größere Investitionen. In puncto Layoutflexibilität spielt das FTS gegenüber starren Montagebändern seine Vorteile aus.

Ein weiteres Kriterium bei der Systementscheidung ist die Frage, ob die Abläufe die Integration von Automatikstationen in der Linie notwendig machen, die eine hochgenaue Positionierung sowie die Aufnahme von hohen Kräften und Momenten erfordern? Ein Beispiel für solche Linien ist die Rumpfmontage von Motoren. Für das Montageband ist das kein Problem: Der Werkstückträger wird durch Absteckungen mit hoher Genauigkeit fixiert. Solche Stationen sind auch mit dem FTS machbar, allerdings mit höherem Aufwand. Hier kommt es also letztlich auf die Anzahl solcher Automatikstationen an.

Oftmals wird der geringere Platzbedarf als Vorteil des Montagebands gegenüber dem FTS genannt. Doch die losgelöste Betrachtung dieses Arguments führt ins Abseits. Je weniger Platz in der Montage zur Verfügung steht, desto weniger Material lässt sich vor Ort bereitstellen. Das bedeutet, dass kommissionierte Teile Just in Time ans Band geliefert werden müssen. Dies wiederum macht eine Kommissionierzone an anderer Stelle notwendig. Der Platzbedarf in Summe, also in Montage und Kommissionierung, wird nahezu gleich sein. Hinzu kommen noch die Platzbedarfe für die Transporte von der Kommissionierung zur Montage bzw. die Mitbenutzung vorhandener Wege.

In der Tabelle „Welche Fördertechnik für welche Aufgabenstellung?" sind die zuvor genannten Argumente zusammengefasst.

Bewertung der Entscheidungskriterien

Kriterium	Pro starre Montagebänder	Pro FTS
Layoutkomplexität	Niedrig	Hoch
„Einfaches Oval"	Ja absolut!	Nein, nicht wirklich!
Zugänglichkeit	Nicht wichtig	Wichtig
Layoutflexibilität	Linie wird nicht geändert	Änderungen sind wahrscheinlich
Automatikstationen	Mehrere	Wenige

Quelle: Autor

Automatisierte Fördertechnik versus manuell bediente Fahrzeuge

Generell sprechen zwei Gruppen von Argumenten für die Automatisierung der Teilekommissionierung und für den automatisierten Transport der Kommissionierbehälter zur Montagelinie.

In der ersten Gruppe sind die Argumente zusammengefasst, die die Qualität der Transporte betreffen. Das FTS verhindert

Das FTS punktet vor allem in Sachen Layoutflexibilität.

alle Arten von Transportschäden, und zwar sowohl die Schäden am Transportgut als auch die Schäden an den stationären Einrichtungen, wie Ladehilfsmittel, Regale und Tore.

Letztlich ist das FTS als Organisationsmittel zu betrachten. Ein FTS-System sorgt für optimierte Material- und Informationsflüsse und damit für mehr Transparenz. Außerdem ermöglicht die Automatisierung per FTS zuverlässige Transporte, d. h. Fehlbelieferungen sind ausgeschlossen. Vor allem im Hinblick auf Produkt- und Produzentenhaftung ist dies von besonderem Interesse.

Die zweite Gruppe von Argumenten betrifft die ideellen Vorteile des FTS gegenüber manuellen Fördertechniken. Eine moderne Logistik signalisiert nach innen und nach außen einen Technologievorsprung und hat damit eine nicht zu unterschätzende Image- und Motivationswirkung.

In der Kommissionierung: FTS oder Handwagen?

Im Vergleich zum FTS sind die Investitionen und die Betriebskosten für einen Handwagen vernachlässigbar. Die manuelle Variante ist für geringe Leistungen die richtige Wahl und ausschließlich für Abläufe in der Kommissionierung interessant.

Ein FTS-System ermöglicht die Programmierung von Zwangsabläufen in der Kommissionierung, d. h. der Anlagenbetreiber kann feste Kommissionierplätze und Zielpunkte vorgeben. Alle Vorgänge lassen sich ohne Mehraufwand „mitlaufend" dokumentieren. Außerdem sind nur mit dem FTS gemischt fließende und getaktete Kommissionierbereiche realisierbar.

Für die Transporte: FTS oder mannbediente Flurförderzeuge?

Den Transport der Kommissionierbehälter zu den Montagelinien können Gabelstapler (oder Schlepper) bzw. Fahrerlose Transportfahrzeuge übernehmen. Neben den o. g. Unterschieden zwischen manuellen und automatisierten Fördertechniken konzentriert sich der Vergleich hier vor allem auf die Personalkosten.

Im Zweischichtbetrieb muss pro Gabelstapler bzw. Schlepper mit drei Fahrern gerechnet werden, im Dreischichtbetrieb sind es ca. 4,5. Bei jährlichen Vollkosten von ca. 45 000 Euro pro Fahrer gerät der vermeintliche Investitionsvorteil der manuellen Systeme ins Wanken.

Fazit

Serienmontagen sind üblicherweise nicht für eine kurze Zeit, sondern für mindestens fünf Jahre ausgelegt. Aufgrund der Betriebskosten und der Layoutflexibilität sprechen viele Argumente für das FTS. Und zwar durchgängig für alle o. g. Aufgabenstellungen. Das FTS in der Montage, in der Kommissionierung und für den Transport von der Kommissionierzone zur Montagelinie.

Zwar benötigt das FTS in der Montage mehr Platz als starre Montagebänder; aber unter Berücksichtigung des Platzbedarfs in der Kommissionierung gelingt bei ganzheitlicher Betrachtung mit dem FTS eine günstigere Lösung. Mit einer Zusatzoption: Die Planung mit ihren MTM-Analysen (das Kürzel MTM steht für Methods Time Measurement) stößt im Alltag an ihre Grenzen. Sind FTS-Montagelinien bereits mit entsprechenden Insellösungen oder Wechselarbeitsplätzen geplant, können die Meister, Vorarbeiter und Mitarbeiter ohne großen Aufwand eigenständig etwaige Optimierungen durchführen. Damit wird die Eigenverantwortung der Montagemitarbeiter erhöht und die Motivation gesteigert – im Sinne der ständigen Produktivitätsverbesserung.

Dr.-Ing. Günter Ullrich Unternehmensberatung, Voerde
Tel.: 02855/933109
E-Mail: info@guenter-ullrich.de
Internet: www.guenter-ullrich.de

F+H im Internet: www.industrie-service.de

Weitere Informationen;

www.guenter-ullrich.de

Email: info@guenter-ullrich.de