

FTS IN DER „GLÄSERNE MANUFAKTUR“

Hochzeit frei navigierend

In der „Gläsernen Manufaktur“ in Dresden montiert die Volkswagen AG das neue Oberklasse-Modell „Phaeton“. Die Materialversorgung der Montagelinien übernimmt ein Fahrerloses Transportsystem (FTS) mit 56 frei navigierenden Fahrzeugen. Die gesamte Steuerungs- und Navigationstechnik stammt von Frog Navigation Systems, dem Projektpartner des Generalunternehmers AFT.

■ Dr.-Ing. Günter Ullrich

Außergewöhnliche Fertigung

Die „Gläserne Manufaktur“ von VW ist kein gewöhnliches Automobilwerk. Der hohe Anspruch an das neue Produkt wurde gleichsam an die Produktionsstätte gestellt. Die Anlagen und Einrichtungen präsentieren sich hell und freundlich, die Platzverhältnisse sind großzügig und der Boden ist mit wertvollem Ahorn-Parkett ausgelegt. Einmalig ist auch die Arbeitsorganisation: Die Betonung der handwerklichen („manufakturartigen“) Tätigkeiten als Gegenpol zu rein leistungsbezogenen Fließbändern, kombiniert mit anspruchsvollster innovativer Technik, soll dem Image des „Phaeton“ entsprechen und seinen hohen Qualitätsstandard sicherstellen.

Die Produktion verteilt sich auf drei Ebenen. Die eigentliche Montage findet auf den beiden oberen Montageebenen statt (Bilder 1 bis 3): Die Rohkarosse steht dabei auf einer Montageplattform, die Teil des Schuppenbandes ist, das sich bündig in den Hallenboden einfügt und mit konstanter Geschwindigkeit durch die Montagetakte bewegt. Anschließend erfolgt die Übergabe an eine schwere Elektrohängebahn (EHB) zur Hängemontage. Während der Hängemontage erfolgt die Hochzeit, d. h. das Zusammenfügen von Karosse und Triebsatz, wobei der Triebsatz von einem Fahrerlosen Transportfahrzeug (FTF) hergebracht wird. Anschließend wird die Karosse wieder auf eine Schubplattform, die sog. Schuppe, zur Komplettierung und Qualitätskontrolle gestellt.

Im Untergeschoss, der Logistikebene, wird das zu verbauende Material bereitgestellt und kommissioniert. Das FTS übernimmt die Versorgung der Montagelinien mit diesem Material und damit eine wichtige logistische Funktion. Um zwischen den Ebenen zu wechseln, nutzen die automatischen Fahrzeuge Aufzüge.

Nachfolgend soll näher auf die Steuerung und Navigation des FTS eingegangen werden, um zu verdeutlichen, warum die Technologie des niederländischen Systemhauses Frog Navigation Systems für die „Gläserne Manufaktur“ besonders geeignet ist. An die einzusetzende FTS-Technik wurden einige projektspezifische Anforderungen gestellt:

- ▶ Layoutänderungen ohne Arbeiten an den Bodeninstallationen (oder Wand bzw. Decke)
- ▶ standardmäßige Einbindung der FTS-Leitsteuerung in eine noch nicht definierte EDV-Welt
- ▶ ansprechendes Design der Fahrzeuge
- ▶ keine sichtbaren Installationen (z. B. für Navigation) in der Umgebung.

Patentierete Rasternavigation

Eine Besonderheit der Frog-Technologie besteht in der patentierten Rasternavigation: Das gesamte Layout, auf dem die Fahrzeuge fahren sollen, wird mit einem gleichmäßigen Raster von Peilmarken versehen. Diese Peilmarken können unterschiedlich realisiert werden:

- ▶ optisch (Punkte oder Symbole auf dem Boden)
- ▶ magnetisch (in den Boden eingelassene Dauermagnete)
- ▶ induktiv (Transponder im Boden).

Die Fahrzeuge kennen das Layout und die Lage der Peilmarken, so dass sie für jeden vorgegebenen Weg wissen, wann und wo sie die Peilmarken erwarten. Treten kleine Ab-

1 Endmontage des „Phaeton“ auf zwei Ebenen in der „Gläsernen Manufaktur“



2 Hochzeitstation mit EHB und FTF



weichungen auf, korrigiert die Software. Zwischen den Peilmarken fahren die Fahrzeuge mit der Koppelnavigation, d. h. sie werten die Drehwinkelgeber an den Rädern aus und berücksichtigen die Signale der eingebauten Kreisel. Diese redundanten Informationen werden vom Navigationsrechner benötigt, um die Qualität der Koppelnavigation zu erhöhen und einen eventuellen Ausfall einer Navigationskomponente zu bemerken.

existiert heute auf den Montageebenen ein durchgängiges Magnetraster mit folgenden Vorteilen:

- ▶ Der FTS-Kurs konnte während des Aufbaus des Werkes parallel zur Inbetriebnahme der anderen Produktionseinrichtungen definiert und optimiert werden. Die Planer gewannen Zeit und Planungssicherheit.
- ▶ Jetzt, während des Betriebs der Anlagen, sind jederzeit Layoutänderungen möglich, ohne stationäre Referenzmarken ändern zu müssen. Der Betreiber ist dazu selbst in der Lage und spart dadurch hohe Kosten.
- ▶ Es gibt keinerlei sichtbare Markierungen an den Wänden, an der Decke oder auf dem Boden.
- ▶ Die Außenhaut der Fahrzeuge kann kompromisslos der Funktion und/oder dem Design folgen, da sich der Navigations-sensor (Magnetlineal) unsichtbar unter dem FTF befindet.

Einteilung in sechs FTS-Gewerke

Das FTS hat die grundsätzliche Aufgabe, die Montagelinien (Schuppenband oder



③ Schuppenband und per Rasternavigation geführte FTF

[Fotos: VW]

Auf den Montageebenen der „Gläsernen Manufaktur“ ist als Fußboden statt des üblichen Estrichs ein edles Ahorn-Parkett in Platten von jeweils 1600 mm × 800 mm Grundfläche verlegt worden. Frog Navigation Systems hatte die entscheidende Idee, diese Platten vor der Verlegung mit je vier Dauermagneten auszustatten. Die Magnete, die einen Durchmesser von 8 mm haben und 5 mm hoch sind, wurden in Sacklöcher an der Unterseite der Platten eingepresst und mit einer Füllmasse verschlossen. Als Folge dieser Maßnahme

EHB) zu versorgen. Dabei wird allerdings zwischen folgenden sechs Gewerken unterschieden:

1. Anlieferung von Warenkörben auf die Schuppe
2. Anlieferung von Schalttafeln (Cockpits)
3. Anlieferung von Kabelsträngen
4. Anlieferung des Triebwerks mit Fahrwerk und Ausführung der Hochzeit
5. Anlieferung von Warenkörben zur Hängemontage
6. Anlieferung der Türen einschließlich Warenkörbe.

Die unterschiedlichen Transportgüter erfordern zwei verschiedene Fahrzeugtypen. Das kleine Fahrzeug (zum Transport der Warenkörbe, Schalttafeln und Kabelstränge) hat eine Tragfähigkeit von 800 kg und die Abmessungen (L x B) von 2400 mm x 1200 mm. Es hat einen Differentialantrieb, d. h. zwei getrennt angetriebene, nicht gelenkte Räder in der Mitte des Fahrzeuges und jeweils ein frei drehbares Stützrad mittig vorn und hinten. Es kann damit vorwärts wie rückwärts gleichermaßen exakt fahren, sehr enge Kurvenradien realisieren, ja sogar auf der Stelle drehen.

Das große Fahrzeug transportiert das Triebwerk mit Fahrwerk und die Türen. Seine Tragfähigkeit beträgt 2500 kg, und es ist 1000 mm länger als das kleine. Das Diagonalfahrzeug hat eine 4-Rad-Fahrwerkskinematik – vorn links und hinten rechts jeweils ein angetriebenes und gelenktes Rad sowie vorn rechts und hinten links eine frei drehende Stützrolle. Mit diesem Fahrwerk lassen sich fast alle Bewegungen in der Ebene ausführen, vor allem auch die Querfahrt. Diese ist an der Hochzeitsstation erforderlich, wo Triebwerk mit Fahrwerk (auf dem FTF) mit der Karosse (an der EHB) zusammengesetzt werden.

Alle Fahrzeuge sind mit NiCd-Batterien (48 V) ausgerüstet, die an automatischen Batterieladestationen per Schnellladung geladen werden. Der Ladevorgang ist in den Prozessablauf integriert. Die Ladekontakte an den Ladestationen sind in den Boden so eingebettet, dass der Ladevorgang von außen nicht erkennbar ist.

Highlight:
Warenkörbe auf die Schuppe

Der Transport der Warenkörbe zum Schuppenband ist völlig neuartig und stellt höchste Anforderungen an die FTS- und FTF-Steuerung. Die FTF nehmen auf der Logistikebene einen kommissionierten Warenkorb auf, indem sie ihn unterfahren und leicht anheben. Dann bringen sie ihn mit Hilfe des Aufzugs auf die Montageebene. Dort sollen sie den Warenkorb, der mit Montagematerial für ein bestimmtes Auto gefüllt ist, auf eine bestimmte Schuppe absetzen. Dazu muss das FTF vom festen Hallenboden auf die sich langsam bewegende Schuppe auffahren. Die FTS-Leitsteuerung „SuperFrog“ beauftragt das ausgewählte FTF, einen Warenkorb zum Wartepunkt am Schuppenband

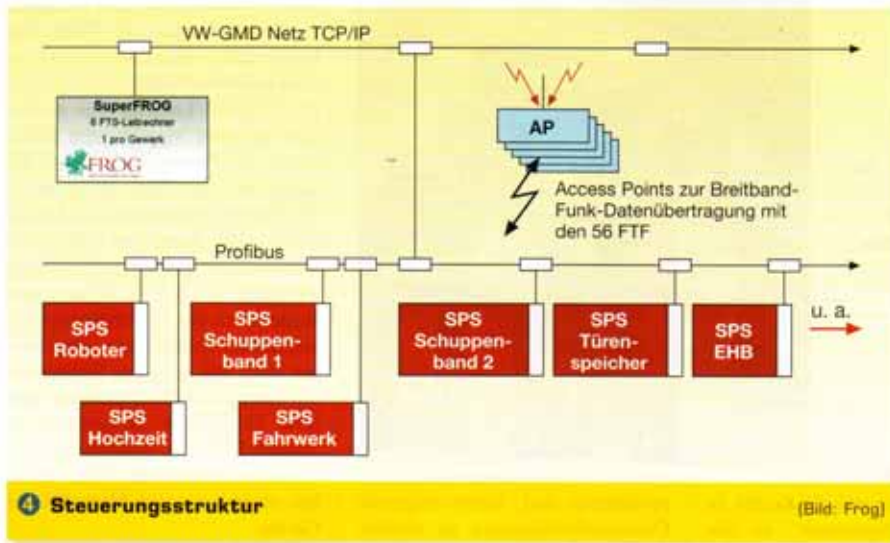
zu transportieren und dort zu warten. Die Position der vorbeifahrenden Schuppe wird ständig von der Schuppensteuerung (SPS) an „SuperFrog“ gemeldet. Mit Hilfe einer Warenkorb-Identifizierung ist eine Überprüfung des richtigen Warenkorbs gewährleistet.

Sobald sich die Halteposition auf der Schuppe gegenüber der Warteposition befindet, erhält das FTF den Auftrag, auf die Schuppe aufzufahren, und zwar mit einer von der Schuppengeschwindigkeit abhängigen Vorlaufzeit. Nach dem Auffahren liegt die Positioniergenauigkeit bei rd. 10 mm, die aber sofort durch das Magnetaster, das auch auf den Schuppen existiert, korrigiert wird. Das Abfahren von der Schuppe erfolgt in analoger Weise.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass der Personen- und Anlagenschutz mit Laserscannern gewährleistet ist. Ein Großteil der Fahrzeuge kann gleichsam vorwärts und rückwärts fahren und ist für jede Fahrtrichtung mit einem Scanner ausgestattet, für den diverse Schutz- und Warnbereiche programmierbar sind. Die Hochzeit-Fahrzeuge sind auch seitlich mit Laserscannern ausgerüstet, weil sie an den Hochzeitstationen quer verfahren müssen.

Weitere Informationen:

Dr.-Ing. Günter Ullrich
- Unternehmensberatung -
Kronprinzenstraße 64
D-46562 Voerde
Tel: +49-2855-933109
Fax: +49-2855-933108
Mobil: +49-173-2071107
Email: info@guenter-ullrich.de
www.guenter-ullrich.de



FTS-Leitsteuerung und Steuerungskonfiguration

Die Flexibilität der Frog-Fahrzeuge wird durch die Leitsteuerung „SuperFrog“ voll unterstützt (Bild 4). Das Linux-basierte System mit einer bedienerfreundlichen Windows-Oberfläche wird auf einem PC installiert und übernimmt alle wesentlichen Steuerungsfunktionen, wie das Layoutmanagement, die Verkehrsregelung und die Statusverwaltung. Entsprechend einem von VW vorgegebenen logistischen Konzept plant die Leitsteuerung die Reihenfolge der Transporte und weist den Fahrzeugen ihre Transportaufgaben zu. Das Ergebnis ist eine termingerechte Abwicklung der Transportaufgaben unter optimaler Nutzung der Fahrzeugkapazität. Echtzeitinformationen geben jederzeit einen sofortigen Überblick über den Status des Systems. Sämtliche Aktivitäten werden aufgezeichnet und stehen für eine statistische Auswertung zur Verfügung.

Die Leitsteuerung lässt sich in alle Arten von Automatisierungssystemen integrieren. Die Software ermöglicht es, alle FTS-Operationen mit anderen laufenden Prozessen abzustimmen. Das FTS ist demzufolge nicht nur ein Transportmittel, sondern wird zum integrierten Organisationsmittel einer automatisierten Produktion. Die Kommunikation zwischen den Fahrzeugen und der FTS-Leitsteuerung erfolgt via Breitbandfunk. Die Leitsteuerung beauftragt auch die Aufzüge, mit denen die FTF die Ebenen wechseln. Hardwareseitig ist die FTS-Leitsteuerung an das TCP/IP-Netz der „Gläsernen Manufaktur“ angebunden. Über dieses Netz kommuniziert „SuperFrog“ mit den anderen Steuerungen, wie z. B. den Schuppenbändern, der Hochzeitstation und der EHB. Außerdem kommen auch die Transportaufträge über TCP/IP. Ein Transportauftrag lautet „Hole von Quelle und bringe

nach Ziel“. Diese primären Informationen werden durch sekundäre Informationen wie Priorität und/oder Lastbegleitdaten (z. B. Warenkorb-ID) ergänzt.

Pro Gewerk arbeitet eine separate FTS-Leitsteuerung. Die besonderen Vorteile dieser Lösung für die Anwendung in Dresden sind:

- ▶ klar definierte Schnittstelle zu über- und nebengeordneten Rechnersystemen
- ▶ komplette FTS-Leitsteuerung; folgende Zusatzfunktionen sind im Gesamtumfang enthalten: Simulationsmodus, Anlagenvisualisierung und CAD-Tools für das Layout-Management
- ▶ einfachste Bedienung über selbsterklärende Windows-Oberfläche
- ▶ ein einheitliches Produkt für alle Gewerke.

Mit der Entscheidung für das flexible Logistikwerkzeug FTS ist die Volkswagen AG auch für wachsende Produktionszahlen in der „Gläsernen Manufaktur“ gerüstet, denn in den einzelnen Gewerken sind jederzeit zusätzliche FTF einsetzbar.

*E-Mail: Guenter.Ullrich@epost.de,
Tel.: 02855/933107*

Dr.-Ing. Günter Ullrich
ist Unternehmensberater
in Voerde



Weitere Informationen:

Dr.-Ing. Günter Ullrich
- Unternehmensberatung -
Kronprinzenstraße 64
D-46562 Voerde
Tel: +49-2855-933109
Fax: +49-2855-933108
Mobil: +49-173-2071107
Email: info@guenter-ullrich.de
www.guenter-ullrich.de