

Getaktete Fließfertigung bei KBA

FTS als Montageplattform

In der Klein- und Mittelserienfertigung kundenspezifischer Maschinen, Anlagen und Großfahrzeuge dominiert bis heute die manuelle Montage. Mit dem Übergang zur flexiblen Fließfertigung lassen sich weitere Produktivitätspotenziale erschließen. Starre Montagebandsysteme aus der Automobilindustrie sind zu unflexibel, herkömmliche Lösungen mit FTS (Fahrerlose Transportsysteme) erfüllen nicht die hohen Ansprüche an die Plattformgeometrie bzw. an das Montagehandling. Im Werk Radebeul des Druckmaschinenherstellers Koenig & Bauer AG (KBA) wurde für die speziellen Anforderungen in der Montage eine flexible FTS-Lösung umgesetzt.

- Michael Völker
- Thorsten Schmidt
- Volker Klitzke

Koalition von Praktikern und Wissenschaftlern

Die nachfolgend beschriebene Lösung wurde als Gemeinschaftsprojekt realisiert, an dem der Bogenoffsetmaschinen-Hersteller KBA Radebeul, das Steinbeis-Transferzentrum Produktionstechnik und Entsorgungslogistik, das Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme (TAL) der TU Dresden sowie die Dr. Schönheit & Partner GmbH aus Köln beteiligt waren. Kundenspezifische Maschinen und Anlagen werden seit vielen Jahren überwiegend konventionell in sog. „Bauplatzmontagen“ endmontiert. Die Bewältigung einer hohen Produktvarianz ist mit diesem Konzept problemlos möglich, variable Montagezeiten führen bestenfalls zu einem mehr oder weniger kleinen Zeitfenster der Bauplatzbelegung (Durchlaufzeit). Ein neue-

rer Weg zur Erschließung weiterer Produktivitätsreserven besteht in der Einrichtung getakteter bzw. kontinuierlicher Fließmontagen analog der Großserienfertigung von Fahrzeugen und anderen Massenprodukten [1].

Die Fließmontage erlebt seit einem halben Jahrzehnt auch im Maschinen- und Anlagenbau eine Renaissance. Die Effektivität und Produktivität einer Montagelinie hängt jedoch von vielfältigen Faktoren und Randbedingungen ab, wie eine Analyse von Fließfertigungen über ein ausgewähltes Produktspektrum ergab [2]. Diese Problematik ist u. a. ein Kernarbeits Thema des im Jahr 2002 gegründeten und unter Schirmherrschaft der Sachsenberg-Gesellschaft e.V. sowie der TU Dresden arbeitenden Industrie-Arbeitskreises „Innovative Montage“.

Pilotprojekt „Druckturm-Fließmontage“

Nach umfangreichen Voruntersuchungen wurden zunächst die Montageprozesse modularisiert und ein Konzept für eine grundlegend neue, flexible Arbeitsorganisation erarbeitet. Erst dadurch ist es möglich, den permanent und teilweise erheblich schwankenden Montagezeiten in den Takten effektiv zu begegnen. Vor diesem Hintergrund wurden u. a. alternative Konzepte mithilfe dynamischer Simulation getestet, bewertet und optimiert [3]. Im zweiten Schritt galt es, eine geeignete technische Lösung für das getaktete Montagefördersystem zu konzipieren. Als Alternativen wurden sowohl eine starr verkettete Stetigfördererlinie – ähnlich der Automobilindustrie – als auch eine aus mehreren FTS bestehende Lösung untersucht. Bei annähernder Kostengleichheit hat die FTS-Lösung erhebliche Vorteile hinsichtlich der Einsatzflexibilität, d. h., die Stationsanzahl und -lage können mit geringem Aufwand den jeweiligen markt-, produkt- und prozessspezifischen Erfordernissen angepasst werden.

Das Konzept unter Einbeziehung von FTS sollte folgende Anforderungen erfüllen:

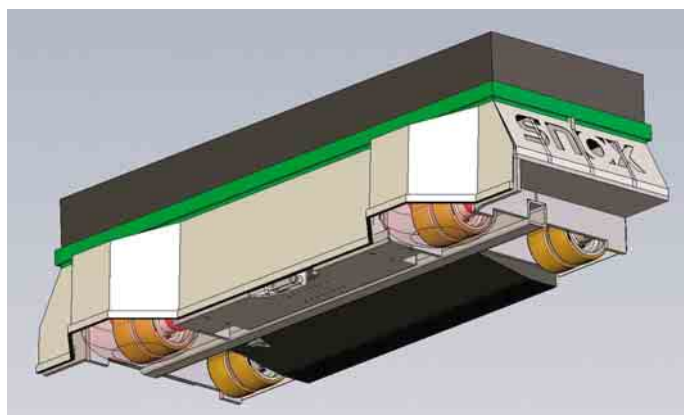
- ▶ 12 Montagetakte auf minimaler Länge des Montagesystems mit „Querverfahrbarkeit“ des FTS, d. h. maximale „Länge“ des FTS von 800 mm bei einer Breite von rd. 2500 mm
- ▶ Montagepositionen des FTS bei Bedarf jederzeit änderbar
- ▶ keine Fußraumeinschränkung für das Montagepersonal
- ▶ extrem hohe Torsions- und Biegesteifigkeit der Montageplattform (maximal ± 20 mm Verformung bei 3,5 t Produktgewicht)
- ▶ Justierung der Plattform in den Eckpositionen auf ± 10 mm gegenüber dem Erdachsenkreuz an drei Montagestationen (Ausrichtezeit max. 60 s)
- ▶ Plattformhöhe max. 500 mm, Produkthöhe 2500 mm, keine Kippgefahr beim Beschleunigen bzw. Bremsen, Fahrgeschwindigkeit 0,2 m/s
- ▶ Energieversorgung per Batterie
- ▶ Systemsteuerung über zentrales Interface.

Kein am Markt verfügbares Standard-system konnte diese Anforderungen erfüllen. Darüber hinaus galt es, ein begrenztes Kostenbudget einzuhalten. Eine besondere Herausforderung war die Einhaltung der geometrischen Parameter hinsichtlich Torsionssteifigkeit sowie Justage des insgesamt mit voller Last mehr als 6 t schweren FTS an drei Stationen unter Zeitbeschränkung.

Manchmal hilft die Erfahrung

Im Rahmen der Projektrealisierung wurden diverse technische Lösungskonzepte untersucht sowie drei Prototypen gebaut und getestet. Bild 1 zeigt einen Prototyp des belgischen FTS-Herstellers Snox in der CAD-Visualisierung. Wie bereits die FEM-Berechnungen signalisierten, war die geforderte Torsionssteifigkeit allein durch eine klassische Stahlrahmenkonstruktion kaum zu erreichen. KBA hatte aber bereits positive Erfahrungen mit dem Einsatz von Granitplatten als Montageplattform gesammelt. Die Idee, eine solche Platte als „Rückgrat“ der Rahmenkonstruktion zu verwenden, brachte überraschende Ergebnisse. Zum einen erhöhte sich das Gesamtgewicht des FTS kaum, und zum anderen führte die gleichförmige Massenverteilung zu einer erhöhten Fahr- und Standsicherheit. Ein weiterer positiver Nebeneffekt bestand in der erheblichen Vereinfachung der Stahlrahmenkonstruktion.

Die zweite besondere technische Herausforderung bestand in der Realisierung der Justagefunktion, die quasi einer Hub-



1 FTS-Prototyp – Fahrwerkskonzept in Form einer standardisierten Antriebskassette und Steuerung mit dem sog. „Panzerantrieb“



② **Pilotsystem der getakteten Druckturm-Fließmontage mit FTS kurz nach der Inbetriebnahme**

(Bilder: Snox)

funktion gleichzusetzen ist. Die primär gewünschte Integration der Hubfunktion in jedes FTS war wegen des beschränkten Bauraumes und der damit verbundenen hohen Kosten nicht möglich. Die realisierte Lösung ist einfach, prozesssicher und kostengünstig. Das FTS überfährt an den betreffenden Stationen jeweils drei manuell zu bedienende Hubspindeln. Auf die Granitplatte wird eine hochpräzise elektronische Wasserwaage aufgesetzt. Diese visualisiert über eine Digitalanzeige die erreichte Positionsabweichung gegenüber den X-Y-Achsen (Vorjustage und Referenzierung erforderlich).

Die beiden an den betreffenden Stationen eingesetzten Montagemitarbeiter erreichten bereits nach kurzer Trainingszeit alle vorgegebenen Sollwerte. Diese Lösung hat sich im Praxiseinsatz in Verbindung mit der auf dem FTS installierten Granitplatte bewährt und führte u. a. zu einer signifikanten Produktqualitätsverbesserung. Bild ② zeigt das Pilotsystem der getakteten Fließmontage für Drucktürme der Mittelformat-Baureihe. Dieses wurde Anfang 2008 im KBA-Werk Radebeul in Betrieb genommen, arbeitet seitdem sehr stabil und hat darüber hinaus zu einer erheblichen Produktivitätssteigerung geführt. Der Produktivitätszuwachs ist jedoch nicht allein auf das neue FTS zurückzuführen, sondern das Ergebnis der

vom Projektteam gemeinsam realisierten Teilprojekte. Das Pilotsystem kombiniert neue Konzepte und Lösungen hinsichtlich

- ▶ Montageorganisation
- ▶ Fördertechnik
- ▶ Montagehandhabungs- und Vorrichtungstechnik
- ▶ Montageversorgungslogistik.

Fazit

Die manuelle Montage hat einen erheblichen Anteil an den Produktherstellkosten. Speziell die auftragsbezogene Einzel- und Kleinserienmontage mit ihren vielfältigen Synchronisationsproblemen und ständig schwankenden Anforderungsprofilen wird gegenwärtig noch nicht sehr effektiv beherrscht. Das am Beispiel vorgestellte ganzheitliche Konzept zur Gestaltung einer innovativen Fließmontage kann einen erheblichen Beitrag zur Beherrschung der Probleme und damit zur Kostenreduzierung leisten [4]. Kernelement dieses Konzeptes ist eine hochflexible, extrem kompakt bauende, automatische Montageplattform auf Basis eines FTS. Die FTS-Technik hat heute einen Entwicklungsstand erreicht, der es ermöglicht, quasi aus einem Baukasten genau das dem Nutzerprofil entsprechende Fahrzeug zu konfigurieren. Die inzwischen relativ niedrigen Investitions- und Betriebskosten sind die Grund-

lage dafür, FTS flexibel und in größerer Anzahl als Alternative zu klassischen Fördersystemen als fahrbare Montageplattform einzusetzen. Eine durchdachte Gesamtsystemlösung steigert die Effizienz und erfordert im Vorfeld entsprechend qualifizierte Engineering-Leistungen. □

Literatur

- [1] *Meinberg, U.; Gröbblinghoff, B.*: Die Flexibilisierung von Montagelinien reduziert Produktionskosten. *Logistik für Unternehmen*, Düsseldorf 20 (2006) 10, S. 70–73.
- [2] Konzept für eine getaktete Druckturm-Fließmontage. Technical Report, Steinbeis-Transferzentrum Produktionstechnik und Entsorgungslogistik, Dresden, 2006.
- [3] Simulationsstudie für eine getaktete Druckturm-Fließmontage. Technical Report, Ingenieurgesellschaft für Fördertechnik und Materialflusssysteme mbH Dresden, 2006.
- [4] *Majohr, M.; Völker, M.; Rose, O.*: Simulationsbasierte Heuristik zur personalorientierten Steuerung komplexer Montagelinien. Vortrag zur 13. Internationalen ASIM-Fachtagung „Simulation in Produktion und Logistik“ am 1. und 2. Oktober 2008 in Berlin. Tagungsband „Advances in Simulation for Production and Logistics Applications“. Stuttgart: Fraunhofer-IRB-Verlag 2008.

Dr.-Ing. habil. Michael Völker

ist Privatdozent und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme (TAL) der TU Dresden



Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Schmidt

ist Inhaber der Professur für Technische Logistik an der TU Dresden



Dipl.-Ing. Volker Klitzke

ist Leiter der Arbeitsvorbereitung Montage im Werk Radebeul der Koenig & Bauer AG

