

Planungsmethodik in der Automobil-Montage

Identifizierung von Vor- bzw. Hauptmontageumfängen

Simon Aisenbrey, Christian Küber und Petra Foith-Förster

Die zunehmende Anzahl an Modellen und Derivaten in der Automobilindustrie führt zu einer Zunahme an varianten Arbeitsvorgängen (AVOs) in der Montage. Die Planung solch varianter AVOs stellt eine besondere Herausforderung dar. Im Rahmen des Forschungsprojektes ARENA 2036 wurde eine Planungsmethodik für die Verteilung von Arbeitsvorgängen in die Haupt- und Vormontage mit dem Ziel einer variantenmixflexiblen Hauptmontage entwickelt.

Ausgangssituation

Die Automobilindustrie erlebt den Trend der Personalisierung [1] und dadurch eine signifikante Zunahme an Fahrzeugmodellen und eine steigenden Varianz innerhalb dieser Modelle [2]. Die Vielzahl an Produktvarianten führt mit variierenden Arbeitsinhalten zu Taktzeitspreizungen – ein Zustand, der die aktuell dominante Montagestruktur der getakteten Fließmontage an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit treibt und in sinkender Effizienz mündet [3, 4]. Eine Befähigung bestehender Montagesysteme zu einer höheren Variantenmixflexibilität durch Ansätze der Wandlungsfähigkeit [5, 6] ist Gegenstand aktueller Forschungsprojekte [7], jedoch noch nicht durchgängig in der Praxis der automobilen Montage implementiert. Im Folgenden wird eine Planungsmethodik vorgestellt, welche die Erhöhung der Variantenmixflexibilität in der bestehenden Montagestruktur der getakteten Fließmontage anstrebt. Durch gezieltes

Verteilen von Montageumfängen auf die Vormontage wird die Realisierung einer Hauptmontage unterstützt, die weitgehend frei von Taktzeitspreizung ist.

Taktzeitspreizung durch zunehmende Produktvarianten

Wie in Bild 1 dargestellt, können Produktvarianten zu drei möglichen Varianten in der Montage führen: Werden variante Bauteile in der gleichen Montagedauer gefügt, so hat dies primär Einfluss auf die Logistik, welche die unterschiedlichen Bauteile bereitstellen muss (Bild 1 links). Ein Beispiel hierfür sind Bauteile mit optischer Varianz, die mit dem gleichen Fügeprozess montiert werden (z. B. gleiches Bauteil mit unterschiedlicher Farbe). Variiert jedoch die Prozesszeit (Bild 1 Mitte), oder entfällt der Montageprozess für einzelne Varianten komplett (Bild 1 rechts), so wirkt die Produktvarianz direkt auf die Montage. Ein

In diesem Artikel lesen Sie:

- ✓ wie die Montageplanung für die getaktete Fließfertigung das Zielkriterium eines hohen Variantenmixes adressieren kann und
- ✓ wie Montageumfänge systematisch auf Vor- und Hauptmontagen zugewiesen werden können.

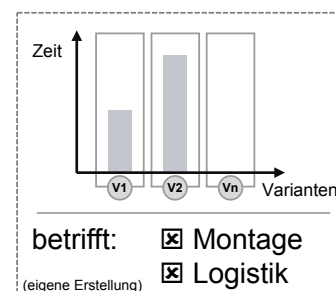
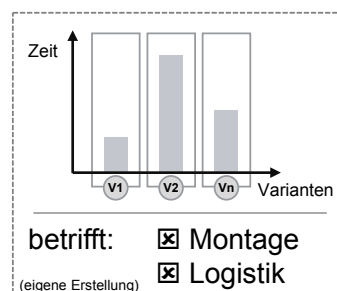
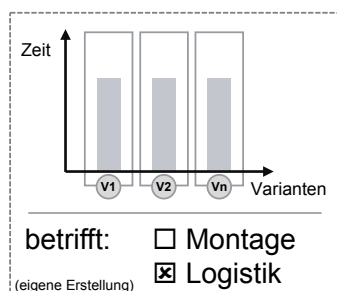


Bild 1: Mögliche Varianten in der Montage



Simon Aisenbrey studierte Maschinenbau an der Universität Stuttgart und schrieb seine Abschlussarbeit am Fraunhofer IPA im Rahmen des Forschungsprojektes Arena 2036.



Christian Küber ist seit Anfang 2014, in Kooperation mit der Daimler AG, Doktorand bei der Graduate School of Excellence advanced Manufacturing Engineering (GSaME).



Petra Foith-Förster ist seit Anfang 2013 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer IPA im Bereich Fertigungssystem- und Montageplanung.

www.ipa.fraunhofer.de

Methodik	Zielkriterium				
	Variantenmixflexibilität	niedriger Aufwand Steuerung	hohe Auslastung Mitarbeiter	minimale Betriebsmittel Investitionen	niedriger Logistik Aufwand
Austaktung Ø Fahrzeug	x	x	✓	x	✓
Reihenfolgeplanung	x	x	✓	x	x
Austaktung Max Fahrzeug	✓	✓	x	x	✓
Austaktung je Variante	✓	✓	✓	x	x

Erfüllungsgrad	✓ erfüllt	x nicht erfüllt
----------------	-----------	-----------------

Tabelle 1: Übersicht beste-hende Planungsmethoden

Literatur

1. Koren, Y. (2010): The Global Manufacturing Revolution: Product-Process-Business Integration and Reconfigurable Systems. Hoboken, NJ: Wiley (Wiley Series in Systems Engineering and Management).
2. Bracht, U.; Kohler, A.; Widdmann, B.; Kremer, M. (2012): Virtuelles Takten neuer Produktgenerationen. Weiterentwickelte Ansätze der Digitalen Fabrik zur optimierten Planung realgemischter Endmontagen. In: wt-online - Ausgabe 04-2002, S. 144 (9), S. 544–549.
3. Steegmüller, D.; Zürn, M. (2014): Wandlungsfähige Produktionssysteme für den Automobilbau der Zukunft. In: Bauernhansl, T.; ten Hompel, M.; Vogel-Heuser, B. (editors): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung, Technologien, Migration. Wiesbaden: Springer Vieweg. p. 103–119
4. Medo, M.; Dombrowski, U. (2006): Varianten im Takt – Gift für die Produktivität? In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb ZWF, 2006 (12), S. 715–718.
5. Hernández Morales, R. (2003): Systematik der Wandlungsfähigkeit in der Fabrikplanung. Univ., Diss.–Hannover. Düsseldorf: Fortschritt-Berichte VDI
6. Wiendahl, H.; Reichardt, J.; Nyhuis, P. (2010): Handbuch Fabrikplanung: Konzept, Gestaltung und Umsetzung wandlungsfähiger Produktionsstätten. 1st ed. München, Wien: Carl Hanser Fachbuchverlag.

Beispiel für eine solche Varianz ist die Montage eines zusätzlichen Soundsystems in die Fahrzeugtür mit unterschiedlichen Lautsprechern, die je nach Kundenkonfiguration auch entfallen können.

In der variantenreichen Serienproduktion erfolgt die Austaktung der Montagelinie für einen bestimmten Variantenmix. Bei der Austaktung werden die Arbeitsvorgänge, unter Berücksichtigung der Taktzeit, den einzelnen Arbeitsstationen fest zugeordnet. Die Austaktung verfolgt grundsätzlich das Ziel einer maximalen Mitarbeiterauslastung. Ändert sich der Variantenmix über eine vordefinierte Grenze hinaus, kommt es zu einer Unter- bzw. Überlast der Mitarbeiter [8].

Möglichkeiten der Austaktung

Verschiedene Möglichkeiten der Austaktung sind im Folgenden anhand von Zielkriterien bewertet. Neben einer hohen Mitarbeiterauslastung sowie einem geringen Steuerungsaufwand ist auch die Variantenmixflexibilität als Zielkriterium aufgeführt. Angelehnt an die Definition der Flexibilität wird unter Variantenmixflexibilität die Fähigkeit verstanden, auf einen veränderten Variantenmix innerhalb eines prinzipiell vorgedachten Umfangs reagieren zu können [9, 10].

Die Basis der Austaktung des Durchschnittsfahrzeugs bildet die mittlere Montagezeit über alle Produktvarianten hinweg. Das sich daraus ergebende Problem ist die Überlastung der Mitarbeiter bei einem hoch ausgestatteten bzw. Unterauslastung bei einem gering ausgestatteten Fahrzeug. Daher wird diese Planungsmethode in der Praxis durch die Reihenfolgeplanung ergänzt. Die Reihenfolgeplanung legt den Produkt- bzw. Variantenmix fest [11] und definiert Restriktionen hinsichtlich der Reihenfolge unter-

schiedlich ausgestatteter Fahrzeuge. So dürfen beispielsweise nicht mehrere maximal ausgestattete Fahrzeuge direkt hintereinander montiert werden. Bei der Kombination dieser beiden Planungsmethoden ist eine hohe Auslastung der Mitarbeiter erreichbar. Allerdings ist die Austaktung in diesem Fall nicht variantenmixflexibel [11].

Eine weitere Möglichkeit ist die Auslegung der Montage auf das Maximal-Fahrzeug. Zwar wird dadurch die Unabhängigkeit hinsichtlich des Variantenmixes erzielt, jedoch sind die Mitarbeiter nur bei Maximal-Fahrzeugen ausgelastet. Bei Fahrzeugen mit geringerer Ausstattung sind die Mitarbeiter unterlastet, wodurch der Anteil wertschöpfender Tätigkeiten und damit die Wirtschaftlichkeit einer Montage sinkt.

Bei der Austaktung je Variante wird jede Produktvariante für sich optimiert ausgetaktet. Damit ergibt sich die Problematik, dass identische Arbeitsvorgänge über verschiedene Produktvarianten hinweg in unterschiedlichen Stationen auszuführen sind. Identische Bauteile müssen in diesem Fall in verschiedenen Stationen bereitgestellt werden, wodurch ein erheblicher Mehraufwand für die Logistik resultiert. Betriebsmittel, die zur Ausführung dieser Arbeitsvorgänge benötigt werden, sind für diesen Fall ebenfalls mehrfach bereitzustellen.

Heute erfolgt die Zuteilung der Arbeitsvorgänge in der Montage mit Hilfe der Austaktung des Durchschnittsfahrzeugs. Dabei wird das Zielkriterium der Variantenmixflexibilität jedoch nicht erfüllt. Tabelle 1 fasst die Bewertung anhand der beschriebenen Zielkriterien zusammen.

Methodik zur Planung einer variantenmixflexiblen Hauptmontage

Die hier vorgestellte Methodik zur systematischen Verteilung von Arbeitsvorgängen auf die Vor- und auf die Hauptmontage geht in zwei Schritten vor, wie in Bild 2 dargestellt.

Zunächst erfolgt die Zuteilung der Arbeitsvorgänge auf der Ebene des Unternehmensmanagements anhand übergeordneter Entscheidungskriterien. In den übergeordneten