COMPUTERGESTÜTZTE ABTAKTUNGS-OPTIMIERUNG IN DER MONTAGE

Im Rahmen der Montageplanung werden die Automobilhersteller mit dem Problem der Abtaktung konfrontiert. Ein Lösungsansatz der Münchner Combinatic GmbH führt insbesondere im Falle hoher Variantenvielfalt auf einer Montagelinie bei gleichzeitig hohen Stückzahlen und damit einhergehenden niedrigen Taktzeiten zu Kostenreduzierungen.

AUTOR

DR.-ING. CHRISTOPH MEIER
ist Geschäftsführer und Gründer der Combinatic GmbH in München.

MOTIVATION

Die grundlegende Problematik der Abtaktung (Assembly Line Balancing Problem, ALBP) besteht darin, die elementaren Arbeitsvorgänge (AVO) der Montage, mit den zur Durchführung benötigten Produktionsfaktoren, den Mitarbeitern beziehungsweise Takten entlang einer getakteten Fertigungslinie möglichst optimal hinsichtlich einer oder mehrerer Zielfunktionen zuzuordnen, ❶. Damit die Abtaktung in der Montage tatsächlich umsetzbar ist, sind bei der Zuordnung zahlreiche Verbaurestriktionen zu berücksichtigen. Aufgrund größerer Änderungen im Bauprogramm und/oder sich verändernder Nebenbedingungen in der Montage müssen Abtaktungen beziehungsweise Umtaktungen in der Automobilindustrie mehrmals im Jahr erstellt werden und können nur in seltenen Fällen über einen längeren Zeitraum konstant bleiben.

Die praktischen Auswirkungen der Abtaktung sind vielfältig und beeinflussen die Prozesseffizienz nachhaltig. Beispielsweise hängen die Auslastung jedes einzelnen Mitarbeiters und folglich auch die Anzahl der benötigten Mitarbeiter entlang einer Montagelinie sowie die Robustheit des Montageprozesses von der Abtaktung ab. Besonders erwähnenswert sind in diesem Zusammenhang die Taktzeitspreizungen einzelner Fahrzeugvarianten, die durch die Abtaktung verursacht werden und zu qualitativen Problemen im Prozessablauf führen können. Ferner wird auch die innerbetriebliche Logistik maßgeblich von der Abtaktung beeinflusst.

LÖSUNGSANSÄTZE

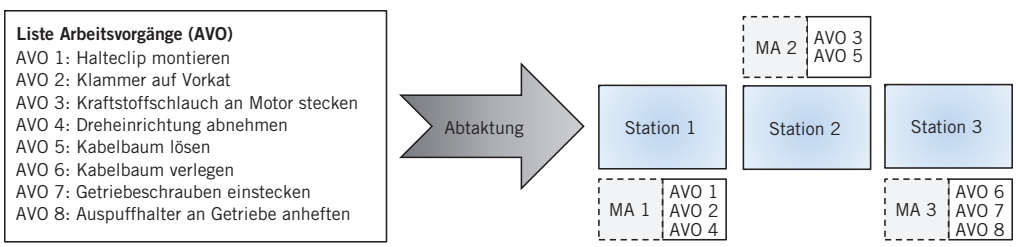
Trotz zahlreicher Nebenbedingungen steigt die theoretische Anzahl möglicher Abtaktungen typischerweise exponentiell mit steigender Anzahl der Arbeitsvorgänge und Takte, sodass sich selbst für einige wenig Hundert AVO und Takte bereits mehr Abtaktungsmöglichkeiten ergeben als Atome in unserem beobachtbaren Universum existieren. In der Praxis kann im Falle geringerer Variantenvielfalt und Fahrzeugkomplexität das ALBP für einzelne Linienabschnitte durch gut geschulte Fertigungsplaner kontrolliert werden. Basierend auf jahrelanger Prozesserfahrung können sie meist mithilfe von Shop-floor-Strategien und bestehenden IT-Zeitmanagementsystemen eine gute Abtaktung erstellen, ohne alle beziehungsweise einen Großteil der theoretischen Möglichkeiten durchspielen zu müssen.

Mit steigender Komplexität, vor allem hinsichtlich der Variantenvielfalt, der Anzahl der betrachteten AVO und Takte, erhöht sich bei diesem Ansatz allerdings nicht nur der notwendige personelle Aufwand. Da sich die Auswirkungen einzelner AVO-Takt-Zuordnungen auf die bestehenden Taktzeitspreizungen für Fertigungsplaner unmittelbar nur sehr schwer quantifizieren lassen, muss im Falle von Mixed-Model-Montagelinien mit vielen Fahrzeugvarianten von einer qualitativen Verschlechterung der Abtaktung mittels Shop-floor-Strategien ausgegangen werden. In einer Reihe von Gemeinschaftsprojekten mit Quadriga Consult war feststellbar, dass für diese Problematik bei den meisten Automobilherstellern immer noch keine zufriedenstellende Lösung existiert, obwohl die negativen Auswirkungen suboptimaler Abtaktungen sehr wohl in der Praxis wahrzunehmen sind. Am Beispiel zweier Taktzeitspreizungsdiagramme für einige Linienabschnitte bei unterschiedlichen OEMs, die mittels Shop-floor-Strategien abtakten, werden sowohl der Verlust an Wertschöpfung als auch die sehr deutlichen Taktzeitspreizungen über 100 % der Taktzeit für manche Fahrzeugvarianten des Produktionsprogramms verdeutlicht, ❷. Die negativen Auswirkungen der Taktzeitspreizungen wurden in beiden Fällen seitens der Montageplanung bestätigt – ebenso wie der Wunsch, diese mittels geeigneter Methoden möglichst zu vermeiden.

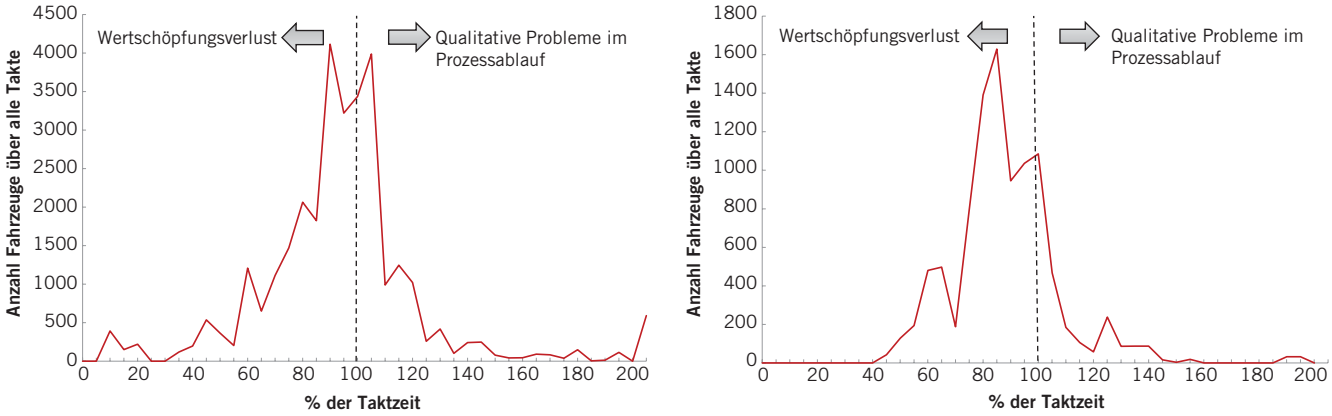
SOFTWARELÖSUNGEN

Vor dem Hintergrund zunehmender Modell- und Variantenvielfalt, ❸, ist mit einer Verschlechterung der zuvor beschriebenen Situation zu rechnen. Zur Entlastung der Fertigungsplaner und letztlich zur Einsparung von Kosten drängt sich daher der Einsatz eines geeigneten IT-Systems zur Erstellung optimaler Abtaktungen auf. In der Tat wurden diesbezüglich in der Vergangenheit seitens diverser Unternehmen und akademischer Institutionen gewisse Anstrengungen unternommen und eine Reihe von Softwarelösungen vorgestellt. Diese bedienen allerdings nicht die offensichtliche Komplexität des ALBP, sondern simplifizieren das Problem, weshalb folgerichtig in der Praxis weitestgehend auf deren Einsatz verzichtet wird.

An dieser Stelle sollen nur einige Schwachstellen, die sich vornehmlich im Praxiseinsatz offenbaren, erwähnt werden. Zum einen bieten viele Systeme lediglich die Unterstützung einer manuellen Abtaktungserstellung an – und das auch nur für kleinere, isolierte Bandabschnitte statt für die ganze Montagelinie. Zum zweiten bedienen sich Berechnungen beziehungsweise Optimierungen oftmals lediglich der Minimal-,

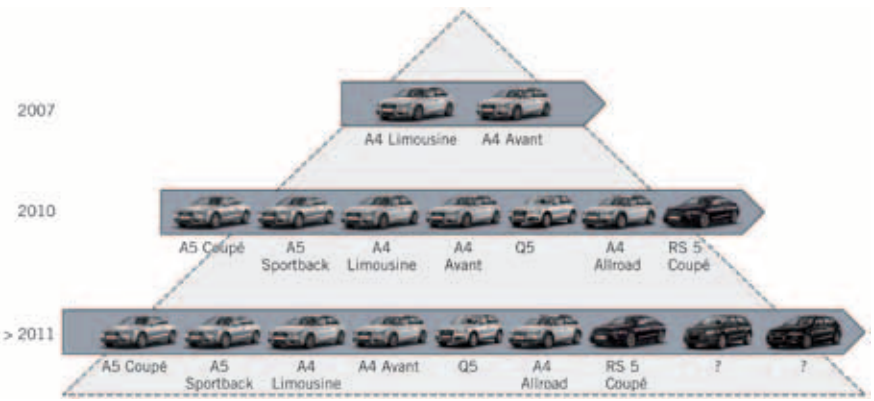


❶ Beispiel einer Abtaktung von acht Arbeitsvorgängen auf drei Mitarbeiter/Takte



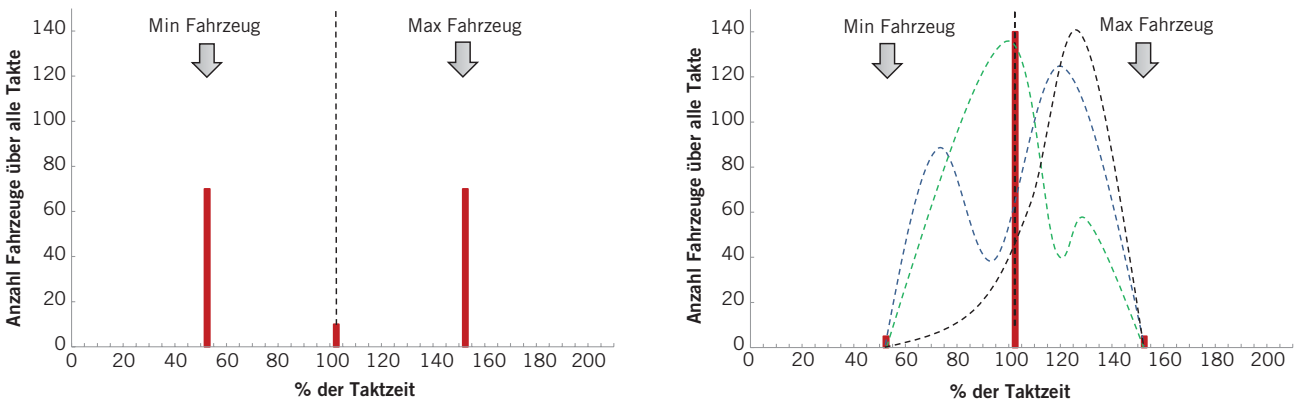
❷ Zwei Taktzeitspreizungsdiagramme bei zwei OEMs für mehrere Linienabschnitte

Maximal- und Durchschnittsausstattung anstatt eines gesamten Fahrzeugprogramms mit mehreren Hundert oder Tausend Fahrzeugvarianten. Solch eine Reduktion der Komplexität kann zu unerwünschten Ergebnissen führen, ❹. Zu guter Letzt sei noch erwähnt, dass in den wenigen bekannten Fällen, in denen das IT-System die Abtaktungserstellung vornimmt beziehungsweise optimiert, entweder der Aufwand zur Sammlung der für das Optimierungsmodell notwendigen Daten zu groß ist und/oder nur ein Bruchteil der Nebenbedingungen aus der Praxis für die Optimierung berücksichtigt werden, was dann zwangsläufig zu wenig praxistauglichen Ergebnissen führt.



❸ Variantenentwicklung am Beispiel des B-Segments der Audi AG

Aufgrund der zuvor beschriebenen Ausgangssituation hat die Combinatic GmbH, die sich auf die Entwicklung von Softwarelösungen für große Kombinatorikprobleme aus verschiedenen Industriezweigen spezialisiert hat, über mehrere Jahre hinweg eine rechnergestützte Lösung mit dem Namen AOP-LB, zur Optimierung der Abtaktung in der Automobilindustrie entwickelt. Dieses Softwaremodul ist Teil der AOP-Plattform (Automotive Optimization Platform), die Lösungen speziell für Probleme der Automobilindustrie bereitstellt. Bei der Entwicklung, die von Fertigungsplanern und Produktionsexperten begleitet wurde, wurde besonders großer Wert auf Praktikabilität gelegt. Als Folge dessen betrachtet beispielsweise die Software das Abtak-



❹ Beispiel für ein unerwünschtes Abtaktungsergebnis, wenn auf Basis von Minimal- und Maximalaustattungen (hier: Min = 50 %, Max = 150 %) abgetaktet wird – die mögliche Verteilung der Taktzeitspreizungen zwischen 50 und 150 % kann sehr schlecht ausfallen (linkes Bild) oder auch gut (rechtes Bild, rote Balken); des Weiteren wären noch viele weitere Verteilungen der Taktzeitspreizung (rechtes Bild, bunte gestrichelte Kurven) möglich

tungsproblem nicht mehr isoliert, sondern erlaubt bandabschnittsübergreifend die ganzheitliche Optimierung der Montagelinie inklusive aller relevanten Nebenbedingungen. In der Praxis hat sich gezeigt, dass die größten Vorteile einer computergestützten Abtaktung im Vergleich zu bisher gängigen Methoden nämlich erst ab circa 1500 AVO und 60 Takten zum Tragen kommen. Als Berechnungsgrundlage für die Optimierung kann außerdem ein komplettes Bauprogramm mit mehreren Hundert Fahrzeugkonfigurationen herangezogen werden, sodass sich hinsichtlich der Taktzeitspreizungen und der Mitarbeiterauslastungen ein sehr realistisches Gesamtbild ergibt. Die Erstellung des Optimierungsmodells kann durch Fertigungsplaner/Meister erfolgen und anschließend in einer Datenbank verwaltet werden. Nach der erstmaligen Definition des Modells ist die Wartung mit einem geringen personellen Aufwand möglich. Zudem werden alle relevanten Abtaktungsdaten und Abtaktungsergebnisse in einer benutzerfreundlichen grafischen Oberfläche dargestellt.

Im Vergleich zu den gegenwärtigen Abtaktungsmethoden befähigt das Modul AOP-LB den Anwender dazu, mit signifikant geringerer Ressourcenbindung und in deutlich kürzeren Zeitintervallen qualitativ bessere Abtaktungen berechnen zu lassen, wodurch letztendlich die Kostenbasis in der Montage messbar verbessert wird. Projekte in Montagewerken europäischer OEMs zeigen durch die Anwendung der Software ein spürbares Einsparpotenzial auf. Allgemein lässt sich eine Korrelation zwischen möglichen Ersparnissen durch die Abtaktungsoptimierung und hoher Variantenvielfalt bei gleichzeitig hoher Stückzahl nachweisen. Gemäß den Erfahrungen aus gemeinsamen Projekten von Combinatic und Quadriga können Effekte von 12 bis 15 Euro pro montiertem Fahrzeug erreicht werden. ❺ gibt einen Überblick über Einsparmöglichkeiten durch die Abtaktungsoptimierung zu unterschiedlichen Zeitpunkten des Produktionszyklus. Selbst wenn die präzise Ersparnis nicht vorherbestimmt werden kann, besteht ein entscheidender Vorteil der Abtaktungssoftware von Combinatic bereits in der Möglichkeit, unterschiedlichste Szenarien (zum Beispiel verschiedene Bauprogramme, unterschiedlicher Grad an Flexibilität entlang der Montagelinie etc.) in kürzester Zeit einfach durchrechnen zu lassen. Dadurch können wichtige Hinweise aufgenommen und Lösungsszenarien angestoßen werden, zu denen es ohne einer IT-unterstützten Abtaktung nicht gekommen wäre.

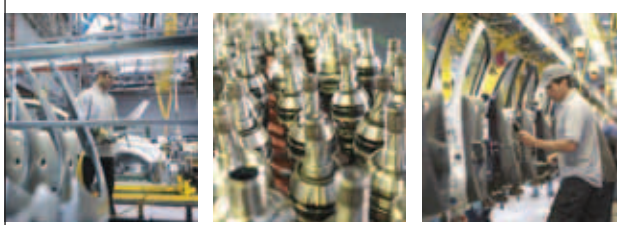
Vor Produktionsstart	1 Schnellere und bessere Planungsentscheidungen : Schnelle Optimierung zahlreicher Szenarien während der Planungsphase eines neuen Modells; dadurch reduziert sich die Wahrscheinlichkeit falscher beziehungsweise suboptimaler Planungsentscheidungen und Investments.
Produktionsanlauf	2 Früheres Erreichen einer optimalen Abtaktung : Der Anlauf eines neuen Modells kann mit einer annähernd perfekten Abtaktung gestartet werden.
Während der Produktion	3 Erhöhung der Taktauslastung : Reduktion der benötigten Montagearbeiter durch circa 5 % höhere Taktauslastungen : Harmonisierung der Auslastung über die Takte
	4 Qualitätssteigerung des Montageprozesses trotz höherer Taktauslastungen : Reduktion der Taktzeitspreizungen für unterschiedliche Fahrzeugvarianten um 30 bis 60 % : dadurch Reduktion der Nacharbeit (Schätzung von Fertigungsplanern: 15 bis 25 % : weitere Verbesserungen der Prozessqualität, zum Beispiel hinsichtlich Ergonomie
	5 Freisetzen von zeitlichen Ressourcen für wertschaffendere Aktivitäten : langfristige Reduktion des Aufwands für Fertigungsplaner zur Erstellung der Abtaktung um 50 bis 70 %

❺ Vorteile des Softwaremoduls AOP-LB zur Abtaktungsoptimierung – die angegebenen Werte sind Durchschnittswerte von mehreren Projekten bei fünf europäischen OEMs; Vergleichsbasis sind die gegenwärtigen Abtaktungsstrategien (meistens Shop-floor) der jeweiligen OEMs

DOWNLOAD DES BEITRAGS
www.ATZonline.de

READ THE ENGLISH E-MAGAZINE
order your test issue now:
springervieweg-service@springer.com

Software for
Perfection in Production



Scannen Sie den QR-Code und erfahren Sie mehr über unser integriertes Software-Portfolio für die Automobilindustrie.

PSIPENTA Software Systems GmbH
www.psipenta.de • info@psipenta.de

PSI