

## Lean Supply Chain Management

Einstufige Materialbereitstellkonzepte zur Versorgung der variantenreichen Automobilproduktion

**Schlanke Belieferungs- und Bereitstellkonzepte sind wesentlicher Bestandteil eines ganzheitlichen Produktionssystems [1]. In der Automobilproduktion sind die Bereitstellung in Auftragssequenz (JIS), die Bereitstellung von fahrzeugspezifischen Warenkörben sowie die sortenreine Bereitstellung von Teileumfängen übliche Standardkonzepte. Für die Bereitstellung von Warenkörben aus unterschiedlichen Teilefamilien sind effiziente Kommissionierprozesse notwendig. Die Kommissionierung findet heute üblicherweise in bandnahen Supermärkten statt, die aus Lägern mit Nachschub versorgt werden. Ein Forschungsprojekt der MAN Truck & Bus AG und des Lehrstuhls fml der TU München verfolgt die Verschlinkung dieser Bereitstellprozesse durch die Zusammenlegung von Lager- und Kommissionierstufen. Grundlegende Voraussetzung der breiten Umsetzung dieser einstufigen Bereitstellkonzepte ist eine Veränderung der Belieferungs- und Dispositionsstrategie.**

Im Zuge von Lean Production mit der Fokussierung auf wertschöpfende Tätigkeiten wird in der Automobilindustrie mittlerweile eine beträchtliche Quote der Zulieferteile fahrzeugauftragsspezifisch kommissioniert der Montage bereitgestellt [2]. Aufgrund erheblicher Effizienzsteigerungen im Montageprozess soll der Mehraufwand in der Logistik gegenüber einer sortenreinen Bereitstellung überkompensiert werden. Bei den in der automobilen Praxis realisierten Konzepten verhilft zumeist allerdings nur eine Lohnspreizung zwischen Montage- und Logistikmitarbeitern zu einer direkten monetären Vorteilhaftigkeit der kommissionierten Bereitstellung. Diese innerbetriebliche Lohnspreizung liegt in vielen Unternehmen über 20 %; beim Einsatz von Dienstleistern für die logistischen Leistungen auf Grund unterschiedlicher Tarifverträge sogar deutlich höher. Eine Verbesserung der Produktivität im Gesamtprozess von Produktion und Logistik wird zudem häufig über Mehrkosten in der Beschaffung von vorsequenzierten Umfängen über Lieferanten und Logistikdienstleister erkaufte. Kernaufgabe der Konzeptgestaltung muss es allerdings sein, Transport-, Lager- und Kommissionierprozesse in der Supply Chain so effizient zu gestalten, dass Verschwendung in Form von Beständen, Transporten und Handhabungsschritten minimiert und die monetäre Vorteilhaftigkeit einer schlanken Belieferung und Bereitstellung ganzheitlich und unabhängig von spezifischen Unterschieden in den Lohnkostensätzen von Monteur und Logistiker realisiert werden kann.

Im Rahmen der MAN.TUM-Forschungskooperation beschäftigen sich der Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik (fml) der TU München und die MAN Truck & Bus AG (MTB) mit der Fragestellung, welche Belieferungs- und Bereitstellkonzepte unter welchen Voraussetzungen vorteilhaft für das ganzheitliche Produktionssystem sind. Zielsetzung ist es, mögliche Prozessalternativen in der Belieferung und Bereitstellung aufzuzeigen, diese eindeutig zu klassifizieren und zu bewerten sowie Hilfsmittel für eine optimale Zuordnung von Teileumfängen zu der jeweils besten Prozessalternative bereitzustellen.

## **Klassifikation von Materialbereitstellkonzepten**

In der Automobilproduktion begegnet man einer Vielzahl unterschiedlicher, meist mehrgliedriger Prozessketten zur Materialbelieferung und -bereitstellung. Ein entscheidender Unterschied liegt im gewählten Zeitpunkt der Zuordnung von Teileumfängen zu den Fahrzeugaufträgen. Analog zu der Definition des Kundenentkopplungspunkts in der Auftragsabwicklung (siehe z.B. [3] und [4]) kann beim Übergang von supply-to-stock zu supply-to-order von einem Auftragszuordnungspunkt gesprochen werden. Erfolgt diese fahrzeugauftragsspezifische Kommissionierung im Werk, ist sie Teil des Materialbereitstellungsprozesses, dem physischen Prozess von der ersten Pufferstufe im Werk bis an das Montageband [5]. Der in der Supply Chain vorgelagerte Prozess vom Lieferanten bis zur ersten Pufferstufe im Automobilwerk wird als Materialbelieferungsprozess beschrieben. Bei der Materialbelieferung in Fahrzeugsequenz (JIS) liegt der Auftragszuordnungspunkt beim Lieferanten oder Logistikdienstleister [6]. Bei der sortenreinen Belieferung und Bereitstellung erfolgt die Zuordnung zum Fahrzeugauftrag erst am Band bei der Entnahme durch den Monteur. Dieser Artikel fokussiert sich auf die Gestaltung des Materialbereitstellungssystems mit fahrzeugbezogener Kommissionierung innerhalb eines Automobilwerks.

Die Zielsetzung für schlanke Materialbereitstellungsprozesse im Sinne der Prinzipien der Lean Logistics ist eindeutig: Das Material soll möglichst verschwendungsarm und mit einer 100-prozentigen Versorgungssicherheit der Montage zugeführt werden [2, 7]. Werksintern entspricht die Versorgungssicherheit maßgeblich der Materialverfügbarkeit am Verbauort und wird durch die Reaktions- und Wiederbeschaffungszeit nach dem Erkennen von Fehl- oder Schadteilen beeinflusst. Die Verschwendung im Bereitstellungsprozess spiegelt sich primär in der Anzahl der Handhabungsvorgänge, der Höhe der Bestände und der Länge der Transporte wider.

Die Hauptunterscheidungsmerkmale von Materialbereitstellungsprozessen sind die Lage des Auftragszuordnungspunktes, die Bestandsverteilung und der Handhabungsaufwand. Die vorgestellten Klassifikationskriterien können in Form eines dreidimensionalen Schemas dargestellt werden und ermöglichen eine Zuordnung der Materialbereitstellungskonzepte (Bild 1).

Das erste Klassifikationskriterium ist die Lage des Auftragszuordnungspunktes, d.h. bei der Warenkorbbereitstellung die Lage des Kommissioniersystems für die Bildung der fahrzeugspezifischen Warenkörbe. Dieses kann sich entweder verbauortfern (zum Beispiel außerhalb der Montagehalle) oder verbauortnah (zum Beispiel in direkter Nähe zum Montageband) befinden und spiegelt den Transportaufwand zwischen Kommissionierung und Verbrauchsort am Band wider.

Für die Einordnung der Bestandsverteilung wird zwischen verteilten und zusammenhängenden Beständen unterschieden. Der Bestand wird als zusammenhängend bezeichnet, wenn sich die Behälter einer Sachnummer per definierter Anordnung räumlich hintereinander, nebeneinander oder übereinander befinden. Verteilte Bestände finden sich beispielsweise in Kommissionierlagern mit räumlicher Trennung von Reserve- und Bereitstelleinheiten [8].

## **Handhabungsstufen und -schritte**

Zur genaueren Beschreibung des Handhabungsaufwands wird eine hierarchische Unterteilung in Handhabungsstufen und -schritten vorgenommen. Der Übergang von einem Materialpuffer zum nächsten ist als Handhabungsstufe definiert. Bei zweistufigen Bereitstellungssystemen befinden sich üblicherweise die Lagerung

und die Kommissionierung an getrennten Orten. Innerhalb dieser Stufen werden Tätigkeiten, bei denen das Material bewegt wird, als Handhabungsschritte bezeichnet. Eine Konfiguration an möglichen Handhabungsstufen und -schritten in zweistufigen Lager- und Supermarktsystemen ist in Bild 2 dargestellt.

Um Handhabung und internen Transportaufwand zu minimieren, sind im Sinne von Lean Logistics einstufige Bereitstellkonzepte anzustreben. Eine weitere Reduzierung des Transportaufwands ergibt sich durch eine Positionierung des Kommissioniersystems in räumlicher Nähe zum Verbauort der Teile. Hierzu bieten sich Supermarktsysteme an [9], die dann zugleich eine Lagerfunktion übernehmen. Aufbauend auf Umsetzungen in der Praxis ist der Supermarkt wie folgt charakterisiert:

- verbauortnahe Fläche,
- fahrzeugbezogene Kommissionierung, Sequenzierung oder Portionierung,
- Kommissionierprinzip Mann zur Ware,
- fester Stellplatzzuordnung,
- Entnahme nach dem FIFO-Prinzip,
- Begrenzung des Bestands in variabler Materialflusstechnik mit geringer Höhe.

Kann der Bestand nicht im Supermarkt abgebildet, also die Forderung nach begrenztem, verbauortnahem Bestand nicht erfüllt werden, bieten sich alternativ einstufige Kommissionierlager an. Im Gegensatz zu Supermärkten befinden sich diese üblicherweise außerhalb der Montagehalle, lassen eine freie Stellplatzzuordnung zu und verfügen über fest installierte Regaltechnik. Der Automatisierungsgrad kann dabei stark variieren. Es lassen sich dazu zwei Grundtypen identifizieren: einstufige Kommissionierlager mit und ohne Umlagerung zwischen Lager- und Kommissionierzone. Bild 3 zeigt schematisch Beispielausprägungen von Umsetzungen mit manuell bedienter Fördertechnik.

Gegenüber ebenerdigen Supermärkten nimmt die Flächeneffizienz bei Kommissionierlagern erheblich zu. Dem gegenüber steht eine eingeschränkte Flexibilität und Erweiterungsfähigkeit aufgrund der fest installierten Regaltechnik. Zudem nimmt der innerbetriebliche Transportaufwand zu, je weiter das Kommissioniersystem vom Montageband räumlich entfernt ist.

### **Kommissionierlager versus einstufige Supermarktkonzepte**

Gegenüber Kommissionierlagern bieten Supermarktkonzepte Vorteile in der Gesamteffizienz, was sich in niedrigeren Prozesskosten widerspiegelt. Zum einen können die Handhabungsschritte beim Umlagern entfallen, zum anderen sind interne Transportkostenvorteile durch die direkte Nähe zum Verbauort gegeben. Einstufige Supermarktprozesse sind insbesondere dann zu bevorzugen, wenn eine Begrenzung des Bestandes möglich ist. Dies betrifft primär Bauteile geringer Bedarfschwankung und ohne räumlich verteilte Mehrfachverwendung sowie geringer Behälteranzahl je Lieferung, insbesondere von Lieferanten mit hoher Lieferbereitschaft und Sendungsqualität. Als unterstützend erweisen sich in der Supply-Chain Transportkonzepte wie beispielsweise Milkruns, die eine regelmäßige Belieferung ermöglichen und mit denen sich die Anlieferfrequenz erhöhen lässt [10].

Die Ergebnisse der Analysen werden nun in den Belieferungs- und Bereitstellungsprozessen der MAN Truck & Bus AG umgesetzt werden. MAN verfolgt als Nutzfahrzeughersteller mit einer im Vergleich zum Pkw noch höheren Produktvarianz konsequent die Strategie einer bestandslosen Versorgungskette auf Grundlage von traile-

risierten JIS-/JIT-Belieferungen. Vom weiteren Teileumfang wird ein Großteil in Warenkörbe fahrzeugspezifisch kommissioniert am Montageband bereitgestellt. Die interne Kommissionierung findet in bandnahen Supermarktbereichen statt. Bild 4 zeigt die Standardbereitstellprozesse der MTB.

Gegenüber ebenerdigen Supermärkten nimmt die Flächeneffizienz bei Kommissionierlägern erheblich zu. Dem gegenüber steht eine eingeschränkte Flexibilität und Erweiterungsfähigkeit aufgrund der fest installierten Regaltechnik. Zudem nimmt der innerbetriebliche Transportaufwand zu, je weiter das Kommissioniersystem vom Montageband räumlich entfernt ist.

Die Bereitstellprozesse sollen nun weiter verschlankt werden. Bestände im Lager und im Supermarkt sollen zunächst in einstufigen Kommissionierbereichen zusammengeführt und im nächsten Schritt konsequent minimiert werden. Hierfür wurden die verschiedenen Belieferungs- und Bereitstellkonzepte in detaillierten Gesamtprozesskostenanalysen bewertet und verglichen. Die entwickelten Konzepte versprechen eine deutliche Bestands- und Prozesskostenreduzierung, insbesondere da die Anzahl an Handhabungsschritten verringert wird (Bild 5). Zudem werden die weiteren Ziele im Logistikprozess grundlegend gestärkt: flexible Layouts ohne Installation starrer Lagertechnik, 100 % des Materials auf Rollen und staplerfreie Produktionshallen sowie einfache visuelle Bestandskontrolle. Wichtige Voraussetzung ist die Übereinstimmungen von physischem und systemischem Bestand durch eine permanente Inventur im Prozess spätestens beim Nulldurchgang jeden Behälters. Im Zielzustand sollen mindestens 70 % der Sachnummern in Großladungsträgern auf die einstufige Bereitstellung umgestellt werden.

Voraussetzung für eine weit reichende Umsetzung ist die konsequente Veränderung der Belieferungs- und Dispositionsstrategie, hin zu niedrigeren Beständen im Werk, enger Anbindung der Lieferanten an die Bedarfsrechnung der Perlenkettensteuerung auch für B- und C-Teilfamilien sowie hochfrequenten Belieferungen. Das neue Logistikkonzept des Volkswagen-Konzerns stellt ein Beispiel für den erforderlichen Wandel in der Beschaffungslogistik dar. Eine prägende Komponente des Konzepts ist eine Belieferung direkt in die Supermärkte ohne vorgeschaltete werksinterne Lagerstufe. Grundlage dafür ist zum einen die bedarfsorientierte Materialdisposition auf Basis einer fixierten Fahrzeugperlenkette. Zum anderen sollen mittels eines zweistufigen Cross-Dock-Konzepts die Transportfrequenzen vom Lieferanten aus sukzessive erhöht werden, um letztlich eine untertägige Belieferung der Supermärkte zu erreichen [11]. Alternativ oder ergänzend könnten hochfrequente Milkruns zum Einsatz kommen [10].

## **Fazit**

Die Zielsetzung für die Material-versorgung einer variantenreichen Serienproduktion ist klar: 100-prozentige Versorgungssicherheit der Montage bei Minimierung von Beständen, Transport- und Handhabungsaufwand. In der Bereitstelllogistik gibt es drei hauptsächliche Konzepte: JIS, fahrzeugspezifische Warenkörbe und sortenreine Bereitstellung. Für die Bereitstellung von Warenkörben sind effiziente Kommissionierprozesse notwendige Voraussetzung. Das Forschungsprojekt verfolgt die weitere Verschlinkung der Bereitstellprozesse und schlägt die Zusammenlegung von Lager- und Kommissionierbereich vor. Voraussetzung der breiten Umsetzung dieser einstufigen Kommissionierung ist eine Veränderung der Belieferungs- und Dispositionsstrategie. Die werksinterne Minimierung von Verschwendung durch einstufige

Bereitstellstrategien ist nur möglich, wenn die Supply-Chain entsprechend gesteuert werden kann.

#### Literatur

- [1] Dombrowski, U.; Palluck, M.; Schmidt, S.: Strukturelle Analyse Ganzheitlicher Produktionssysteme. ZWF 101 (2006) 3, S.114-118.
- [2] Meißner, S.; Günthner, W.A.: Lean Logistics - Ansatzpunkte der Gestaltungschlanker Logistiksysteme. In: ZWF 104 (2009) 4, S. 280-283.
- [3] Meißner, S.: Logistische Stabilität in der automobilen Variantenfließfertigung. Dissertation, München 2009.
- [4] Alford, D.; Sackett, P.; Nelder, G.: Mass customisation - an automotive perspective. In: Int. Journal of Production Economics, 65 (2000) 1, S. 99-110.
- [5] Bullinger, H.-J.; Lung, M. M.: Planung der Materialbereitstellung in der Montage. Stuttgart 1994.
- [6] Thun, J.-H.; Drüke, M.; Camargos, V.S.: Just in sequence - eine Erweiterung des just in time durch Sequenzzulieferung. In: Logistik Management 9 (2007) 2, S. 19-31.
- [7] Klug, F.: Gestaltungsprinzipien einer Schlanken Logistik. In: ZfAW – Zeitschrift für die gesamte Wertschöpfungskette Automobilwirtschaft 11 (2008) 4, S. 56-61.
- [8] Gudehus, T.: Logistik - Grundlagen, Strategien, Anwendungen. Berlin u.a. 2011.
- [9] Klug, F.: Steigerung der Flächenproduktivität durch Logistiksupermärkte. In: ZWF 107 (2012) 1-2, S. 72- 76.
- [10] Conze, M.; Sailer, T.; Günthner, W. A.: Order pearl chain controlled milkruns and pick-up-tours by vehicle producers. In: Dukic, G. (Hrsg): International Conference on Industrial Logistics 2012 – Conference Proceedings. Universität Zagreb 2012.
- [11] Minke, U.: Das neue Logistikkonzept bei Audi – Gestaltungsprinzipien für die Umsetzung des APS, Präsentation. Jahreskongress AKJ Automotive 2010. Saarbrücken 17.03.2010.

#### Schlüsselwörter:

Lean, Supply Chain Management, Materialbereitstellung, einstufiger Supermarkt, Klassifikationsschema

Dieser Beitrag entstand im Rahmen des Projekts „Trailerkonzepte für B- und C-Teilefamilien zur schlanken Montageversorgung“, das innerhalb der MANTUM-Forschungskooperation zwischen der MAN Truck & Bus AG und der Technischen Universität München im Bereich Produktion und Logistik 2009 initiiert wurde.

von Sebastian Meißner, MAN Truck & Bus AG München, Matthias Conze, Sebastian Habenicht, Willibald A. Günthner, TU München