

Schlanke Logistik im Druckmaschinenbau – Wechselwirkungen und Voraussetzungen

Lean Logistics in Printing Press Manufacturing – Interdependencies and Requirements

Markus Rehm
Laura Schneegaß
Thorsten Schmidt

*Professur für Technische Logistik
Technische Universität Dresden*

Die Bestandteile des Lean Thinking stellen für die moderne Produktion substantielle Prinzipien und Methoden für die Gestaltung effektiver wie auch gleichzeitig effizienter Systeme bereit. Ein unterstützendes Element bilden hier die Ansätze der Schlanke Logistik. Insbesondere die linienorientierte, variantenreiche Großserienproduktion im Automobilbau ist ein wesentlicher Treiber der Entwicklung. Die permanente Adaption auf mehrstufige Produktionssysteme, wie sie speziell im Druckmaschinenbau vorzufinden sind, erscheint dabei konsequent und sinnvoll. Der vorliegende Artikel stellt dabei wesentliche Voraussetzungen für die erfolgreiche Implementierung heraus und beschreibt die jeweiligen Interdependenzen. Schließlich werden ausgewählte Methoden mittels eines kennzahlenbasierten Messmodells anhand eines Fallbeispiels aus dem Druckmaschinenbau quantitativ bewertet.

[Schlüsselwörter: Schlanke Logistik, Messmodell, Druckmaschinenbau]

The components of Lean Thinking provide substantial principles and methods for modern production systems in order to design effective as well as efficient schemes. The approaches of Lean Logistics here form a supporting element. In particular, the line-oriented, customized mass production in the automotive industry is a significant driver of this development. The continuous adaption to multi-stage production systems, as they especially can be found in printing press manufacturing, appears to be consistent and sensible. The present paper exposes essential basic requirements for the successful implementation and describes the relevant interdependencies. Finally, selected methods are evaluated using a quantified indicator-based measurement model in a case study from the printing press industry.

[Keywords: Lean Logistics, measurement model, printing press manufacturing]

1 GRUNDLAGEN, MOTIVE UND ZIELSETZUNGEN

Steigende Kosten, verkürzter time-to-market, hohe Variantenvielfalt und gestiegene Qualitätsanforderungen, umfassendes Global Sourcing sowie sinkende Produktlebenszyklen sind die aktuellen Trends im Maschinen- und Anlagenbau. Die auf diesem Markt agierenden Unternehmen sind deshalb gezwungen ihre Produktionsstrategie permanent anzupassen und zu hinterfragen, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Ein bewährter Lösungsansatz, um den erhöhten Anforderungen gerecht zu werden, ist die Lean-Philosophie. Insbesondere Fließprinzipien haben dabei in jüngster Zeit vermehrt Einzug in sonst stark durch stationäre Montageformen geprägte Unternehmen des Großgeräte- und Anlagenbaus gehalten [Has13], [Re12]. Mit Einführung (getakteter) gleitender Montagen kommt jedoch der Logistik eine noch höhere Bedeutung zu. Materialien werden nicht mehr sortenrein sondern derart verdichtet bereitgestellt, dass die Logistik fortan Sequenzier-, Portionier- und Warenkorbbildungsprozesse zeitgerecht durchführen muss [Klu12].

In der Automobilindustrie sind derartige Anforderungen bereits Stand der Technik. In dieser Branche entwickelten sich deshalb verschiedene Methoden und Werkzeuge, um den erhöhten Anforderungen bei gleichzeitiger Unterstützung von Kostenzielen gerecht zu werden. Diese fasst KLUG im „Prinzipienhaus der Schlanke Logistik“ zusammen (vgl. Abbildung 1). Ziel der Schlanke Logistik ist es, den (internen) Kunden kostenoptimal, pünktlich, qualitativ hochwertig und flexibel zu beliefern. Dies gelingt jedoch nur dann, wenn jegliche Verschwendung im Sinne der Lean-Philosophie vermieden wird.

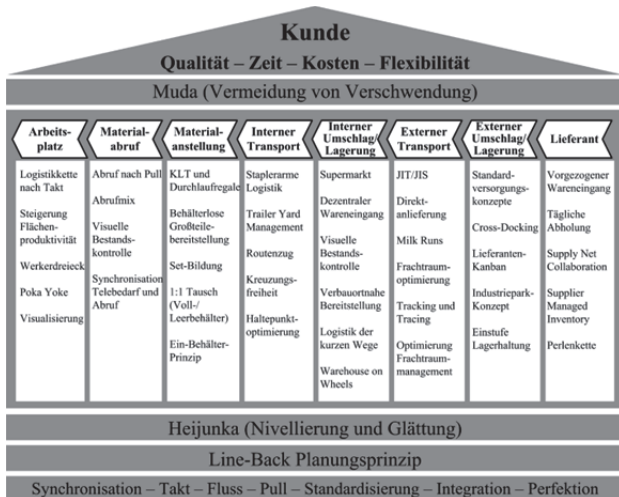


Abbildung 1. Prinzipienhaus der Schlanke Logistik [Klu10]

Im Prinzipienhaus sind die jeweiligen Methoden anhand der einzelnen Bausteine der logistischen Prozesskette kategorisiert. Dabei werden sowohl unternehmensinterne als auch -externe Bereiche berücksichtigt.

Ziel dieses Artikels ist es darzulegen, inwieweit die Methoden der Schlanke Logistik aus der Automobilindustrie auf den Maschinen- und Anlagenbau adaptierbar sind und welche quantitativen und qualitativen Effekte bei einer Anwendung resultieren. Zu Beginn wird zum allgemeinen Verständnis umschrieben, inwieweit die Voraussetzungen der einzelnen Methoden in Beziehung zueinander stehen (Kapitel 2), bevor diese anschließend den einzelnen Methoden zugeordnet werden (Kapitel 3). Zum Abschluss soll in Kapitel 4 ein Messmodell erläutert werden mit dem es möglich ist, die quantitativen Effekte der Methoden zu erfassen. An einem Fallbeispiel aus dem Druckmaschinenbau werden schließlich erzielbare Ergebnisse für die Bereitstelllogistik dargelegt.

2 WECHSELWIRKUNGEN DER GRUNDPRINZIPIEN SCHLANKE LOGISTIKSTRUKTUREN

Es existieren acht elementare Grundprinzipien, welche die Voraussetzungen zur Implementierung der verschiedenen Methoden bilden [Klu10],[Gru10],[VDI12].

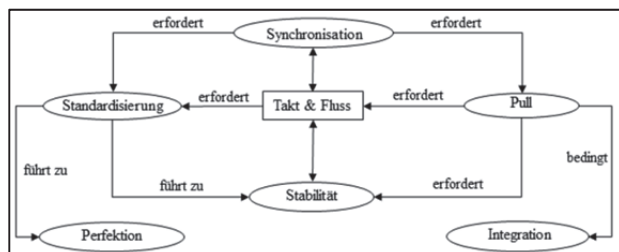


Abbildung 2. Wechselwirkungen der Grundprinzipien schlanker Logistikstrukturen

Es wird deutlich, dass die Prinzipien *Takt und Fluss* den Kern schlanker Logistikstrukturen bilden. Aber auch diese haben gewisse Voraussetzungen, damit eine Schlanke Logistik nachhaltig und sinnvoll implementiert werden kann. Eine flussoptimierte Logistik wird begünstigt durch die Einführung des Fließprinzips in der Montage, deren Charakteristik eine verstetigte Bewegung der Materialien darstellt. Die Taktung der Montage richtet sich am Kundenbedarf aus. Diese ist Schrittmacher der logistischen Prozesse, d. h. alle Materialflüsse werden mit Hilfe des Taktprinzips auf die Bedarfe der Montage abgestimmt. Durch die Prinzipien Takt und Fluss erhält die Prozesskette einen regelmäßigen und planbaren Charakter, womit ein wesentlicher Grundbaustein zur Gestaltung eines nivellierten Produktionssystems gelegt wird.

Die Kombination aus Takt und Fluss bildet die Voraussetzung einer *synchronisierten* Logistik [WJ04]. Bezogen auf die Logistik bedeutet dies, dass die Materialbereitstellung in der Montage zwingend zur richtigen Zeit in der richtigen Menge am richtigen Ort stattzufinden hat. Eine Synchronisation wird durch einen stetigen Fluss und die Abtaktung überhaupt erst möglich. Sie kann nur funktionieren, wenn alle Prozesse mit Hilfe der Taktung fest definierte Anfangszeitpunkte besitzen. Es liegt folglich eine wechselseitige Beziehung zwischen den Grundprinzipien Takt, Fluss und Synchronisation vor.

Weiterhin ist aus Abbildung 2 zu entnehmen, dass zwischen Takt, Fluss und *Standardisierung* ebenfalls eine starke Beziehung vorliegt. An dieser Stelle wird von Prozessstandards und nicht von Produktstandards gesprochen. Darunter wird eine Normierung der Abläufe verstanden, um diese skalierbar, generalisiert und für den Mitarbeiter schnell erlernbar und routinierbar zu machen. Treten Abweichungen vom definierten Standard auf, so können Fehler sehr leicht erkannt werden. Zielgerichtete Anpassungen der Abläufe können daraufhin zur Fehlerbeseitigung bzw. Verschwendungsvermeidung vorgenommen werden. Die Einführung standardisierter Abläufe kann somit als Grundlage für den *Perfektions*-Gedanken einer Schlanke Logistik verstanden werden.

Die Standardisierung fördert zudem die Synchronisation. Sie bildet somit eine hinreichende Bedingung dieses Prinzips. Synchronisierte Prozesse können leichter implementiert werden, wenn sie in zeitlicher Hinsicht ohne große Schwankungen verlaufen. Prozessstandards sind somit eine wesentliche Voraussetzung synchroner Abläufe in Produktion und Logistik [Sch08].

Das *Pull*-Prinzip ist eine weitere Voraussetzung für die Implementierung einer Schlanke Logistik. Durch diese dezentrale Form der Materialsteuerung werden die Bestände im Unternehmen auf einem niedrigen Niveau gehalten. Damit die Pull-Philosophie jedoch erfolgreich praktiziert werden kann, sind stabile, getaktete und synchrone Materialflüsse notwendig, denn stark in Art und

Menge schwankende Materialflüsse sind mittels der Pull-Philosophie nur bedingt steuerbar. Durch einen synchronisierten und somit regelmäßigen Fluss ist sichergestellt, dass die Bedarfsinformationen von der Senke zur Quelle gelangen. Es darf jedoch nicht angenommen werden, dass die Pull- der Push-Steuerung grundsätzlich vorzuziehen ist. KLUG legt dar, dass bei Verbrauchsschwankungen von $\pm 2\%$ die Push-Philosophie angewendet werden sollte, da bei geringen Änderungen im Bedarfsverlauf von einem deterministischen und somit planbaren Prozess ausgegangen werden kann [Klu12a]. Schwankungen im Bereich von 2-10 % sollten mittels Pull-Philosophie bewältigt werden, Materialien mit größeren Schwankungen wiederum mit Hilfe einer stochastischen Push-Steuerung. Ein optimaler Push/Pull-Mix ist folglich der Schlüssel zum Erfolg und nicht zuletzt mit der Werthaltigkeit der betrachteten Güter abzugleichen.

Das *Integrations*-Prinzip ist eine weitere Rahmenbedingung zur erfolgreichen Einführung einer Schlanke Logistik. Unter dem Begriff Integration ist eine schnittstellenreduzierte und durchgängige Logistik zu verstehen. Diese hat den Vorteil, dass durch die Vermeidung von Schnittstellen Wartezeiten und Mehraufwand vermindert werden, da jede Schnittstelle mit Abstimmungsprozessen und Datenverarbeitung verbunden ist. Die integrativen Logistikkonzepte zeichnen sich durch ihre prozessübergreifende positive Wirkung aus. Inzellösungen sollten vermieden werden [Häu02]. Die Pull-Philosophie fördert den integrativen Gedanken durch ihren dezentralen Charakter und die Vernetzung der einzelnen Prozesse untereinander. Sie ist aber keine notwendige Voraussetzung für die Integration. Die Forderung einer flussorientierten Logistik gilt ebenso für den Integrationsgedanken. Durch die fortlaufende Bewegung der Materialien fallen Warte- und Liegezeiten gering aus.

Die *Stabilität* ist ein zentrales Grundprinzip zur Implementierung einer Schlanke Logistik welche durch Takt, Fluss und Standardisierung ermöglicht wird. Stabile Prozesse verhelfen zu einer besseren Planbarkeit der Kapazitäten und bewirken simultan eine geringere Störanfälligkeit [Klu10]. Eine vorab definierte Taktung induziert stabile Bedarfe verschiedener Materialien. Durch diese Regelmäßigkeit entsteht die geforderte Stabilität. Aber auch in umgekehrter Weise besteht eine Beziehung zwischen den Prinzipien. Stabile Prozesse begünstigen eine Taktung, da unzuverlässige Prozesse die Einhaltung der Taktung erschweren oder vollständig verhindern würden. Die Standardisierung begünstigt die Stabilität, da durch normierte Handlungen selten Schwankungen bzw. unerwartete Änderungen im Ablauf auftreten.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass nur eine Berücksichtigung aller Prinzipien zu einer Verschlankeung der Logistik führen kann. Wird zum Beispiel der Pull-Philosophie keine Beachtung zugetragen, so zieht dies erhöhte Steuerungs- und Überwachungsvorgänge sowie er-

höhte Bestände nach sich. Die Implementierung und Erhaltung einer ganzheitlich Schlanke Logistik wäre dann nur sehr schwer durchzuführen.

3 VORAUSSETZUNG DER IMPLEMENTIERBARKEIT

Bevor mit der Implementierung der verschiedenen Methoden begonnen werden kann, muss vorab geklärt werden, welche Voraussetzungen diese besitzen. An dieser Stelle soll der Vorgang exemplarisch für einen Bereich aus dem Prinzipienhaus der Schlanke Logistik (vgl. Abbildung 1) erfolgen. Dabei wird der interne Umschlag ausgewählt, da sich hier die größten Verbesserungspotentiale vermuten lassen. In Abbildung 3 sind die Voraussetzungen für diesen Bereich den einzelnen Methoden gegenübergestellt. Dabei handelt es sich um allgemeingültige Voraussetzungen, d.h. diese gelten unabhängig von der gewählten Branche.

		Voraussetzungen						
		Synchronisation	Takt & Fluss	Pull	Standard	Stabilität	Integration	Perfektion
Methoden	Bandnaher Supermarkt	●	●	○	●	○	●	●
	Dezentraler Wareneingang	●	●					
	Visuelle Bestandskontrollen			●	●			●
	Verbauortnahe Materialanlieferung						●	
	Logistik der kurzen Wege							
	Warehouse-on-Wheels	●	●				●	

Legende: ● Notwendige Bedingung
 ○ Hinreichende Bedingung

Abbildung 3. Voraussetzungen der Methoden des internen Umschlags

So ist beispielsweise für einen montagenahen Supermarkt ein synchronisierter Umschlag elementar, damit ein Bestandsaufbau in der Montagezone vermieden wird. Wie in Kapitel 2 bereits dargelegt, sind die Prinzipien Takt und Fluss Voraussetzung der Synchronisation. Bezüglich des Pull-Prinzips ist für den Supermarkt die folgende Aussage zu treffen. Die Nachschubversorgung des Supermarkts erfolgt gemäß Definition stets pull-gesteuert [Sch09a]. Die Entnahme aus dem Supermarkt heraus richtet sich jedoch nach dem jeweiligen Anwendungsfall. Werden dort beispielsweise Warenkörbe auf der Basis von (Takt-)Termine gebildet, so stellt dies eine bedarfsorientierte Entnahme statt, bei welcher an dieser Stelle das Push-Prinzip zur Geltung kommt. Ein Supermarkt kann folglich eine Schnittstelle zweier Steuerungsprinzipien darstellen. Des Weiteren sind im Supermarkt standardisierte Vorgänge nötig, um einen reibungslosen Ablauf der Versorgung sicherstellen zu können. Dazu zählt auch die Definition der zu absolvierenden Arbeitsschritte bei spontanen Abrufen oder das Handling von Material, welches fehlerhaft oder nicht vorrätig ist.

Die Stabilität ist nur als hinreichende Bedingung für den Supermarkt zu sehen. Da für eine völlige Stabilität die Prinzipien Takt, Fluss und Standard notwendig sind, ist

sie abhängig vom Entnahmevorgang. Erfolgt dieser pushorientiert, so kann keine vollkommene Stabilität im Sinne einer Störungsresistenz gewährleistet werden.

In einem weiteren Schritt ist zu prüfen, inwieweit die identifizierten Voraussetzungen im Unternehmen bereits umgesetzt werden oder umsetzbar sind. Um schließlich zu einer Methodenauswahl zu gelangen, erfolgt ein Abgleich der derzeitigen Situation im Unternehmen mit den allgemeingültigen Voraussetzungen. Im Fallbeispiel konnten dabei für den Bereich „Interner Umschlag“ die folgenden Schlussfolgerungen gezogen werden: In Montagebereichen, in denen bereits nach dem Fließprinzip montiert wird, sind die Methoden bandnaher Supermarkt, Logistik der kurzen Wege und visuelle Bestandskontrollen implementierbar. In Bereichen der Standplatzmontage ist eine Versorgung mittels Supermarkt hingegen nicht sinnvoll, da keine Taktung vorhanden ist. Die verbauortnahe Anlieferung über einen dezentralen Wareneingang oder das Warehouses-on-Wheels-Konzept kommt aufgrund der oftmals vorherrschenden Unhandlichkeit der Materialien sowie der örtlichen Gegebenheiten für den Druckmaschinenbau in der Regel weder für die Fließ- noch für die Standplatzmontage in Betracht.

4 EVALUIERUNG AUSGEWÄHLTER METHODEN DURCH EIN MESSMODELL

4.1 HERAUSFORDERUNGEN MEHRSTUFIGER PRODUKTIONSSYSTEME

Bevor die in Kapitel 3 ausgewählten Methoden durch ein Messmodell quantitativ bewertet werden, ist es notwendig auf die Strukturen und Besonderheiten der vorherrschenden mehrstufigen Produktionssysteme im Maschinen- und Anlagenbau einzugehen. Dies soll mit Hilfe eines Fallbeispiels aus dem Druckmaschinenbau geschehen, dessen Struktur in Abbildung 4 schematisch dargestellt ist. Daraus ist zu entnehmen, dass die Materialversorgung vor mehreren Herausforderungen steht. Zum einen existieren innerhalb des Produktionssystems verschiedene Montageprinzipien, welche unterschiedlich versorgt werden müssen. Während bei der Taktstraßen- und Fließmontage die Bedarfe aufgrund des Perlenkettenprinzips terminlich festgelegt sind, wird die Baustellenmontage auf (spontanen) Abruf versorgt.

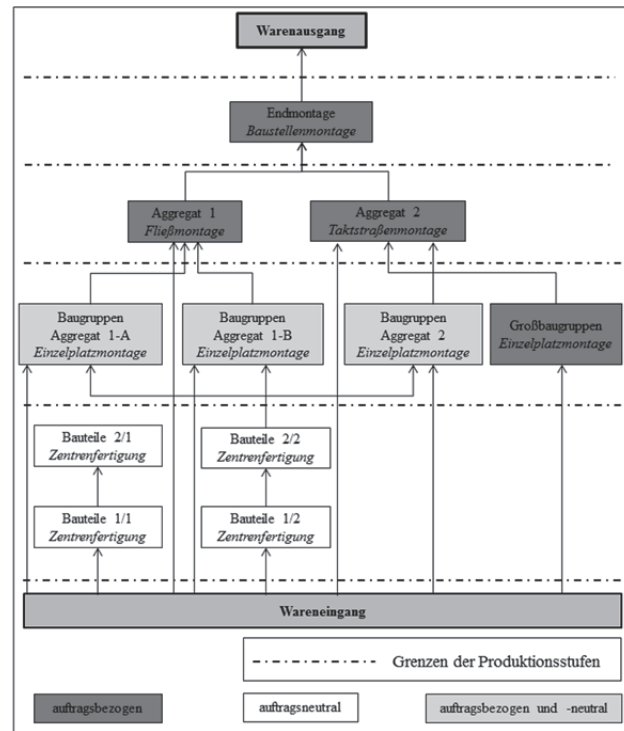


Abbildung 4. Mehrstufiges Produktionssystem im Druckmaschinenbau

Zum anderen erfolgt die Einzelplatzmontage auftragsneutral, wohingegen die Fließ- und Taktstraßenmontage auftragsbezogen durchgeführt wird. So kommt es zu einem Bestandsaufbau zwischen den jeweiligen Schnittstellen des Produktionssystems.

Des Weiteren kann festgehalten werden, dass die einzelnen Produktionsstufen verschiedene Durchsatzraten besitzen, sodass der Schrittmacher der logistischen Prozesse nur sehr schwer definiert werden kann.

4.2 EVALUIERUNG MITTELS MESSMODELL

In Kapitel 3 wurden verschiedene Methoden mit Relevanz für den Maschinen- und Anlagenbau bereits ausgewählt. Anhand des erläuterten Produktionssystems aus dem Druckmaschinenbau sollen nun quantitative Effekte einzelner Methoden verdeutlicht werden. Dazu wird sich eines vorab konzipierten Messmodells auf Basis von Kennzahlen bedient. Dessen Ziel ist es die Logistikleistung im Unternehmen objektiv zu bewerten. Bei dem Messmodell handelt es sich um eine ex-ante-Bewertung aus operativer Sichtweise.

GÖPFERT definiert drei Messebenen der Logistikleistung. Der ergebnisbezogene Bereich beschreibt die Logistikleistung als vollzogene Raum- und Zeitüberwindung, während sich die prozessbezogene Ebene mit der detaillierten Prozessausführung beschäftigt. Die faktorbezogene Ebene richtet den Fokus auf die Sicherung der logistischen Leistungsbereitschaft [Göp05]. Die ausgewähl-

ten Kennzahlen der Ebenen bezogen auf das Fallbeispiel sind in Abbildung 5 dargestellt. Die Aufnahme der aktuellen Prozesse und deren Bewertung erfolgt mit Hilfe der Wertstrommethode [RS09].

Prozessbezogene Ebene		Ereignisbezogene Ebene	Faktorbezogene Ebene
Zwischenlagerung	Kommissionierung		
Zeitnutzungsgrad	Zeitnutzungsgrad	DLZ _{log}	MA-Auslastung
Servicegrad	Anzahl Kommissionierfehler	Handlingsstufen	MA-Bedarf
	Zeit/Kommissionierauftrag	Transportzeiten	
	Leistungsverlauf	Liegezeiten	
		Bearbeitungszeit	

Abbildung 5. Messmodell

Das Messmodell im Fallbeispiel beschäftigt sich mit den zeitlichen und kapazitiven Aspekten der logistischen Abläufe. Deshalb ist eine wichtige Kennzahl im Prozess der Zwischenlagerung und der Kommissionierung der Zeitnutzungsgrad (ZNG) des Mitarbeiters [Bru08]. Er ist von Bedeutung für die Logistikleistung, weil er angibt, wie wertschöpfend ein Prozessschritt gestaltet ist. Ermittelt wird er anhand eines Verhältnisses zwischen allen Zeiten produktiver Tätigkeiten des Prozesses und der Gesamtzeit (inkl. Zeitanteil von verschwenderischen Tätigkeiten).

$$\text{ZNG [\%]} = \frac{\text{Produktivzeiten [min]}}{\text{Produktivzeiten [min] + Nebenzeiten [min]}} \times 100$$

Die Produktivzeit resultiert aus den Zeiten der dem jeweiligen Vorgang nutzbringenden Tätigkeiten in der Zwischenlagerung, z. B. Ein- oder Auslagerungsvorgänge. Folglich sind Arbeitsnebenzeiten solche, welche nicht der logistischen Wertschöpfung dienen und somit Verschwendung darstellen. Dabei kann unterschieden werden in notwendige und vermeidbare Nebenzeiten. Je höher der Zeitnutzungsgrad der Arbeitszeit ist, desto produktiver ist der Mitarbeiter. Im Rahmen des Fallbeispiels soll der Zeitnutzungsgrad folglich gesteigert werden.

Außerdem wird der Servicegrad in den Kennzahlenkatalog aufgenommen, da er eine wichtige Kennzahl im qualitativen Bereich darstellt. Der Servicegrad beantwortet die Frage, welcher Prozentsatz abgerufener Materialien rechtzeitig für die Abholung des innerbetrieblichen Transports ausgelagert wurde.

$$\text{SG [\%]} = \frac{\text{Ausgeführte Transporte [n]}}{\text{Angeforderte Transporte [n]}} \times 100$$

Ein hoher Servicegrad lässt zwei Rückschlüsse zu. Zum einen kann es bedeuten, dass die Mitarbeiter im Lagerbereich wenig ausgelastet sind und somit einen hohen Anteil der angeforderten Einsätze bewerkstelligen können. Zum anderen kann es natürlich auch bedeuten, dass die Prozesse im Lager gut organisiert sind und das ange-

forderte Pensum zu keiner Überlastung der Mitarbeiter führt. Ein hoher Servicegrad ist deshalb anzustreben [DSV97], [Sch09b].

Des Weiteren ist die Kommissionierzeit je Auftrag von Bedeutung. Sie gibt die Dauer bis zum Abschluss eines Auftrages an. Je schneller ein Vorgang von einem Mitarbeiter abgeschlossen wird, desto mehr kann er innerhalb seiner Schicht abarbeiten.

$$\frac{\text{Kommissionierzeit}}{\text{Auftrag}} [\text{min}] = \frac{\text{Entnahmen}}{\text{Auftrag}} * \frac{\text{Zeit [min]}}{\text{Entnahme}}$$

Außerdem ist es interessant, den Leistungsverlauf zu betrachten. Wie viele Picks pro Periode kann ein Mitarbeiter leisten? Dies ist eine Kennzahl, welche in regelmäßigen Abständen gemessen werden sollte, um einen Leistungsverlauf des Mitarbeiters dokumentieren zu können. So kann für jede Form der Bereitstellung ein Soll-Wert festgelegt werden, den ein Mitarbeiter erreichen muss, damit die Montage komplett und pünktlich versorgt werden kann. Diese kann später z. B. als Grundlage im Rahmen der Gruppenarbeit dienen. Die letzte Kennzahl der prozessbezogenen Ebene ist die Anzahl der Kommissionierfehler in einem bestimmten Betrachtungszeitraum. Ein Ziel der Analyse des Kommissioniervorganges ist es, den Prozess sicherer zu gestalten, sodass Kommissionierfehler seltener bis gar nicht mehr auftreten.

Die zentrale Kennzahl der Wertstrommethode ist die Durchlaufzeit (DLZ). Sie beschreibt im Rahmen der Fallstudie den Zeitraum des Materialflusses, um das Material von der Kommissionierung bis zur Bereitstellung der Teile in der Montage durchzuführen. Deshalb soll in dieser Arbeit immer von einer logistischen Durchlaufzeit (DLZ_{log}) gesprochen werden, um Verwechslungen mit der eigentlichen produktionstheoretischen Definition dieser Messgröße zu vermeiden.

$$\text{DLZ}_{\text{log}} [\text{min}] = \sum \text{LZ} + \sum \text{BZ} + \sum \text{TZ}$$

Sie ist deshalb ein gutes Maß zur Bewertung der Logistikleistung, weil sie sowohl die Effizienz in der Leistungserstellung als auch die Effektivität bei der Leistungsverwertung beeinflusst. Sie setzt sich aus den Komponenten Liegezeit (LZ), Bearbeitungszeit (BZ) und Transportzeit (TZ) zusammen [DS11].

Die faktorbezogene Leistungsmessebene ist durch Verhältniskennzahlen charakterisiert, da sie sich mit Auslastungen und Kapazitäten der Prozesse und Flüsse auseinandersetzt [Göp05]. Die Mitarbeiterauslastung ist eine Kennzahl, welche für die einzelnen Prozesse ermittelt wird. Mit dem Ziel der Steigerung der Logistikleistung ist es mit Hilfe dieser Kennzahl ersichtlich, ob andere Mitarbeiter (MA) noch Kapazitäten zur Verfügung haben, und

eine Umverteilung der Aufgaben stattfinden kann. Dieser Messwert ist sowohl für die Mitarbeiter des Zwischenlagers als auch für die Arbeitskräfte der Kommissionierung relevant.

$$\text{MA - Auslastung [\%]} = \frac{\sum \text{AZ [min]}}{\text{Dauer Schicht [min]}} \times 100$$

An dieser Stelle soll beispielhaft aufgezeigt werden, welche Effekte die Einführung eines Supermarkt-Konzeptes für die Lagerung auftragsneutraler Baugruppen im Beispielunternehmen erzeugt.

Im Rahmen der Wertstromanalyse wurde festgestellt, dass bezüglich dieser Produktfamilie derzeit eine hohe Transportleistung und ein doppeltes Materialhandling stattfindet. Wird ein Los Baugruppen in der Produktionshalle montiert, so müssen deren Einzelteile zuerst im Logistikbereich kommissioniert werden, ehe sie nach der Montage wieder zurück ins Logistikzentrum (Zentrallager) transportiert werden bis ein konkreter Kundenbedarf besteht. Erst dann werden die Baugruppen erneut kommissioniert und in die Montagehalle befördert, um in ein übergeordnetes Aggregat einzugehen (vgl. Abbildung 4). Die Einführung eines bandnahen Supermarktes als dezentraler Warenverteilknoten nach der auftragsneutralen Montage der Baugruppen erscheint damit konsequent und sinnvoll. Nach quantitativer Analyse konnte festgestellt werden, dass sowohl im Bereich der Zwischenlagerung als auch im Kommissionierprozess die Mitarbeiterauslastung (MA-Auslastung) um 26 % gesenkt werden konnte. Eng damit verbunden ist folglich auch eine Reduzierung der logistischen Durchlaufzeit (DLZ_{\log}) um 10 %.

Dem gegenüber stehen spezifische Aufwendungen im Supermarkt. Dort sollte eine bedarfsbezogene Kommissionierung stattfinden, um die einzelnen Baugruppen den jeweiligen Kundenbedarfen richtig zuzuordnen (vgl. Abbildung 6).

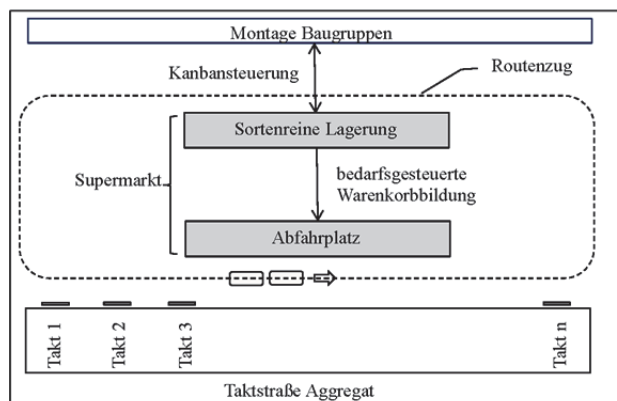


Abbildung 6. Supermarkt-Konzept im Fallbeispiel

Werden die nötigen zeitlichen (Mehr-) Aufwendungen im Supermarkt den derzeitigen Abläufen im Logistikzentrum gegenübergestellt, so kann festgestellt

werden, dass durch die Einführung des Supermarktes 46% der Aufwendungen je Tag eingespart werden können. Dieser Effekt ist damit zu begründen, dass die Transporte der Baugruppen von der Montage zurück ins Logistikzentrum als auch von dort an die Taktstraße entfallen, da der Supermarkt auf direktem Weg zwischen Montageort und Taktstraße platziert wurde. Der Kommissionieraufwand hingegen ist gleichbleibend. Es wird davon ausgegangen, dass eine Entnahme im bandnahen Supermarkt genauso viel Zeit wie im Logistikzentrum in Anspruch nimmt. Jedoch werden die Materialien im Supermarkt sofort auf das zur Bereitstellung ausgewählte Ladehilfsmittel kommissioniert. Dies ist bisher im Logistikzentrum aufgrund layoutbedingter Schwierigkeiten nicht möglich, weshalb nach der Kommissionierung ein Umpackvorgang vorgenommen werden muss. Dieser entfällt ebenfalls mit Einführung des Supermarktes.

Bei der Konzipierung des Supermarkt-Konzeptes muss jedoch vorab überprüft werden, ob die allgemeinen Voraussetzungen zur Implementierung im Fallbeispiel gegeben sind (vgl. Abbildung 3). Deshalb wurde unter anderem überprüft, ob die Bedarfe der Baugruppen stetig sind, damit der Supermarkt über eine Kanbansteuerung versorgt werden kann. Die Durchführung einer XYZ-Analyse ergab, dass der Großteil der Materialien (ca. 80%) X-Teile und somit kanbanfähig sind. Nur ein kleiner Teil der Baugruppen (15%) ist durch Y-Teile charakterisiert. Für diese wird empfohlen eine Disposition mittels Monatsprogrammen durchzuführen. Die identifizierten Z-Teile (5%) sollten auftragsbezogen montiert und nicht im Supermarkt zwischengelagert werden.

Die Betrachtung der einzelnen Arbeitsschritte in den Prozessen Kommissionierung und Zwischenlagerung hinsichtlich verschwenderischer Tätigkeiten ergab nach Eliminierung dieser eine Steigerung der Zeitzutzungsgrade, sowie eine Verringerung der benötigten Zeit je Kommissionierauftrag.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Im ersten Teil des Artikels wurden die Grundlagen der Schlanken Logistik aus der Automobilindustrie kurz vorgestellt. Kapitel 2 erläuterte die Wechselwirkungen der allgemeinen Voraussetzungen der Schlanken Logistik. Dabei konnte festgestellt werden, dass nur ein Zusammenspiel aller Grundprinzipien der Schlanken Logistik zu einem nachhaltigen Erfolg führen kann. Kapitel 3 setzte sich anschließend mit den spezifischen Voraussetzungen einzelner Methoden ausgewählter Bereiche auseinander. Es erfolgte eine Methodenauswahl anhand eines Fallbeispiels im Druckmaschinenbau. Mit Hilfe eines zuvor kurz vorgestellten Messmodells konnte in Kapitel 4 gezeigt werden, dass durch die Anwendung der ausgewählten Methoden im Unternehmen positive Effekte erzielt werden können. Eine Adaption der Methoden der Schlanken Logistik aus dem Automobilbau ist deshalb er-

strebenswert, fallspezifisch jedoch zu evaluieren. Dabei müssen die Wechselwirkungen der verschiedenen Voraussetzungen der Methoden Beachtung finden.

LITERATUR

- [Bru08] Brunner, F. (2008): Japanische Erfolgskonzepte – KAIZEN, KVP, Lean Production Management, Total Productive Maintenance, Shopfloor Management, Toyota Production Management. München, Wien: Hanser.
- [DSV97] Domschke, W.; Scholl, A.; Voss, S. (1997): Produktionsplanung – ablauforganisatorische Aspekte. 2., überarb. u. erw. Aufl., Berlin, Heidelberg [u.a.]: Springer.
- [DS11] Drees, J.; Sack, C. (2011): Produktionsoptimierung durch Kennzahlen der Wertstrom-Modellierung. In: *zwf Zeitschrift für wissenschaftlichen Fabrikbetrieb*. Vol. 106, Nr.6, S. 466-470.
- [Göp05] Göpfert, I. (2005): Logistik Führungskonzeption – Gegenstand, Aufgaben und Instrumente des Logistikmanagements und -controlling. 2. Auflage. München: Vahlen.
- [Gru10] Gruß, R. (2010): Schlanke Unikatfertigung: Zweistufiges Taktphasenmodell zur Steigerung der Prozesseffizienz in der Unikatfertigung auf Basis der Lean Production. Wiesbaden: Gabler.
- [Has13] Hasselmann, V.-R. u.a. (2013): Taktgebundene Fließmontage in der Großgerätemontage. In: *zwf Zeitschrift für wissenschaftlichen Fabrikbetrieb*. Vol. 108, Nr. 1-2, S. 32-36.
- [Häu02] Häussler, P. (2002): Auswirkungen der Integration der Logistik auf die Unternehmensnetzwerke. In: Stötzle, W./Gareis, K. (Hrsg.): *Integrative Management- und Logistikkonzepte*. Wiesbaden: Gabler, S. 329-357.
- [Klu10] Klug, F. (2010): *Logistikmanagement in der Automobilindustrie – Grundlagen der Logistik im Automobilbau*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- [Klu12] Klug, F. (2012): Steigerung der Flächenproduktivität durch Logistiksupermärkte. In: *zwf Zeitschrift für wissenschaftlichen Fabrikbetrieb*. Vol. 107, Nr. 1-2, S.72-76.
- [Klu12a] Klug, F. (2012): Optimaler Push/Pull-Mix bei der Produktionsplanung und -steuerung mit stabiler Auftragsfolge. In: Göpfert, I. (Hrsg.): *Automobillogistik – Stand und Zukunftstrends*. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 41-65.
- [Re12] Rehm, M. u.a. (2012): Proaktive Fließmontage mit optimierter Personaleinsatzplanung bei der Koenig & Bauer AG. In: Müller, E & Bullinger, A. (Hrsg.): *Vernetzt planen und produzieren: Tagungsband Intelligent vernetzte Arbeit- und Fabrikssysteme – VPP2012 – Vernetzt planen und produzieren & Symposium Wissenschaft und Praxis*. Chemnitz: Institut für Betriebswissenschaften und Fabrikssysteme, S. 533-542.
- [RS09] Rother, M.; Shook, J. (2009): *Learning to see – value-stream mapping to create value und eliminate muda; a lean tool kit method and workbook*. Version 1.3. Cambridge, Mass.: The Lean Enterprise Institute.
- [Sch08] Schuh, G. et al. (2008): Strategien im Werkzeugbau – Handwerk oder getaktete Fließfertigung? In: Brecher, C. (Hrsg.): *Wettbewerbsfaktor Produktionstechnik: Aachener Perspektiven – Aachener Werkzeugmaschinenkolloquium*. Aachen: Shaker, S. 419-449.
- [Sch09a] Schürle, P. (2009): Kanban – der Weg ist das Ziel. In: Dickmann, P. (Hrsg.): *Schlanker Materialfluss*. Berlin, Heidelberg: Springer. S. 227-303.
- [Sch09b] Schulte, C. (2009): *Logistik – Wege zur Optimierung einer Supply Chain*. 5., überarb. u. erw. Aufl. München: Vahlen.
- [VDI12] VDI-Richtlinie 2870 (2012): *Ganzheitliche Produktionssysteme – Grundlagen, Einführung und Bewertung*. Düsseldorf: VDI-Verlag.
- [WJ04] Womack, J. P.; Jones, D. T. (2004): *Lean Thinking – Ballast abwerfen, Unternehmensgewinne steigern*. Frankfurt/Main: Campus-Verlag.

Dipl.-Wi.-Ing. Markus Rehm, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme, Technische Universität Dresden. Markus Rehm wurde 1984 in Pirna, Deutschland, geboren. Zwischen 2004 und 2009 hat er Wirtschaftsingenieurwesen an der TU Dresden studiert.

Adresse: TU Dresden, Institut für Technische Logistik- und Arbeitssysteme, Helmholtzstraße 10, 01069 Dresden, Germany, Tel.: +49 351463-37604, E-Mail: markus.rehm@tu-dresden.de

Dipl.-Wi.-Ing. Laura Schneegaß, geb. 1987 in Gotha, studierte an Technischen Universität Dresden Wirtschaftsingenieurwesen und beendete ihr Studium mit der hier auszugsweise vorgestellten Diplomarbeit mit dem Titel „Konzepte und Maßnahmen zur Implementierung einer schlanken Logistik im Druckmaschinenbau“.

Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Schmidt ist Direktor des Instituts für Technische Logistik und Arbeitssysteme sowie Inhaber der Professur für Technische Logistik an der Technischen Universität Dresden.