

Störungsfreie Materialversorgung der Produktion: Praktische Umsetzung innerbetrieblicher Materialflussoptimierungen im Sondermaschinenbau

Practical implementation of in-house material flow optimization in the field of
special-purpose engineering

Tamara Engel
Jutta Lämmle
Peter Kleine-Möllhoff
Christian Belger
Oliver Lenz
Julian Ruoff
Lars Storch
Torge Wieling

ESB Business School, Hochschule Reutlingen

Der Sondermaschinenbau ist durch eine hohe Variantenvielfalt und komplexe Materialflüsse charakterisiert (Reinhart, Bredow & Pohl, 2009, S. 131). Die vorliegende Publikation stellt die im Zuge eines Praxisprojekts angewendeten Vorgehensweisen zur Materialflussoptimierung im Sondermaschinenbau vor. Dabei werden Erfahrungswerte und Hindernisse herausgearbeitet.

[Schlüsselwörter: Wertstromdesign, praktische Materialflussoptimierung, Sondermaschinenbau, Change Management]

The field of special-purpose engineering is characterized by a high number of variants and complex material flows (Reinhart et al., 2009, S. 131). This publication presents approaches that have been used for material flow optimization during a practical project in the field of special-purpose engineering. In addition, experiences and challenges are shared.

[Keywords: value stream design, practical material flow optimization, special-purpose engineering, change management]

1 EINLEITUNG

In der Literatur existiert eine Vielzahl von Ansätzen zur Aufnahme und Optimierung von Materialflüssen. Dabei wird zwischen der klassischen, weit verbreiteten Wertstrommethode (urspr. Wertstromdesign) aus dem Lean Management (Lindner & Richter, 2015, S. 18) und alternativen Ansätzen zur Materialflussoptimierung unterschieden (Wieling et al., 2019, S. 4–13). Wieling et al. (2019) decken in diesem Zusammenhang eine Forschungslücke auf: Die in der Literatur beschriebenen Methoden nehmen lediglich vereinzelt Bezug auf den Maschinen- und

Anlagenbau. An diesem Punkt setzt die vorliegende Publikation an. Sie stellt die im Zuge eines Praxisprojekts angewendeten Ansätze und Vorgehensweisen zur Materialflussoptimierung im Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus vor, und zwar in einem Unternehmen des Sondermaschinenbaus, das eine hohe Variantenvielfalt zu bearbeiten hat.

Im folgenden Kapitel wird zunächst die Wertstrommethode beschrieben, welche als methodische Basis zur Bearbeitung des Praxisprojektes herangezogen wurde. Daran schließt die Erläuterung ausgewählter Fallbeispiele an. Hierbei stehen die Phase des Wertstromdesigns, die anschließende Realisierung des Soll-Zustandes, sowie die gesammelten Erfahrungen und auftretenden Herausforderungen im Mittelpunkt.

2 DIE WERTSTROMMETHODE

Die Wertstrommethode ist ein Ansatz zur Aufnahme und Optimierung von Material- und Informationsflüssen innerhalb Unternehmen (Rother & Shook, 2015; Wieling et al., 2019, S. 4). Ihre Durchführung erstreckt sich über drei Phasen: die *Wertstromanalyse*, das *Wertstromdesign* und die *Umsetzungsphase* (Reinhart et al., 2009, S. 130).

Inhalt der *Analysephase* ist die Aufnahme, Visualisierung und Bewertung der gegenwärtigen Prozesse und Flüsse innerhalb der Produktionsstätte, welche die Ausgangsbasis für nachfolgende Optimierungen darstellt (Jungkind, Könniker, Pläster & Reuber, 2018, 96-108; Reinhart et al., 2009, S. 130–132; Rother & Shook, 2015, 11ff; Wiegand, 2007, S. 83). Für eine ausführliche inhaltliche und methodische Beschreibung der Analysephase wird auf Rother und Shook (2015) verwiesen.

Die daran anschließende *Designphase* befasst sich mit der Produktionsneugestaltung. Gemäß Reinhardt et al. (2009, S. 133–134) verläuft sie nach dem in Abbildung 1 dargestellten Schema. Im ersten Schritt erfolgt die Entwicklung einzelner Teilprozessalternativen, die anschließend zu mehreren Wertstromalternativen gebündelt werden. Eine Wertstromalternative besteht dabei aus einer Reihe von Teilprozessalternativen. Das Wertstromdesign mündet schließlich in der Auswahl der optimalen Wertstromalternative, dem Soll-Zustand (Reinhardt et al., 2009, S. 134).



Abbildung 1. Ablauf der Designphase (eigene Darstellung, in Anlehnung an Reinhardt et al., 2009, S. 134)

Der Soll-Zustand zielt auf die wirkungsvolle Beseitigung von Verschwendungsursachen ab, ist aber nicht zwangsläufig mit dem Idealzustand gleichzusetzen (Rother & Shook, 2015, 10, 76). Dennoch weist er gegenüber dem Ist-Zustand eine deutliche Überlegenheit hinsichtlich Qualität, Durchlaufzeit und Verschwendung auf (Lindner & Richter, 2015, S. 57). Der Soll-Zustand ist somit ein Meilenstein oder ein Etappenziel zur Erreichung des Idealzustands (Rother & Shook, 2015, S. 10).

Abweichend zu Reinhardt et al. (2009) unterscheiden Lindner und Richter (2015) zwischen zwei Vorgehensweisen im Rahmen der Designphase. Die *Prozessneugestaltung* beinhaltet ein komplettes Neudesign des Prozesses. Ihr Gegenüber steht die *Optimierung des Ist-Zustandes*, die auf die Bearbeitung einzelner Prozessschwachstellen abzielt. Letztere Variante entspricht im Wesentlichen einer Teilprozessalternative nach Reinhardt et al. (2009).

Bei einem zufriedenstellenden Ist-Prozess und begrenzten Umsetzungsressourcen ist es sinnvoll von einer Prozessneugestaltung abzusehen und stattdessen eine Optimierung des Ist-Wertstromes vorzunehmen. Ein Prozessneudesign ist aufgrund des damit verbundenen Aufwands nur vorteilhaft, wenn es tatsächlich einer Neugestaltung bedarf oder ohnehin weitreichende Veränderungen (z.B. Umstrukturierungen) bevorstehen (Lindner & Richter, 2015, S. 60–62).

Im Zuge der *Optimierung des Ist-Wertstromes* wird der Soll-Zustand durch die Bearbeitung einzelner Probleme oder Schwachstellen (Kaizen-Blitze in der Wertstromdarstellung) erreicht. Dabei werden Probleme mit einem angemessenen Aufwand-Nutzen-Verhältnis angegangen (z.B. „Quick-Wins“) (Lindner & Richter, 2015, S. 60–63). Wird der Ist-Prozess als inakzeptabel oder nicht zukunftsfähig eingestuft, empfiehlt sich ein *Neudesign des Prozesses*. Dabei sollte zunächst ein Ideal-Wertstrom erarbeitet werden, losgelöst von den existierenden Randbedingungen und Einschränkungen („Grüne-Wiese-Ansatz“). Die Gestaltungsfreiheit wird unter anderem durch die Faktoren Personal, Infrastruktur, Fabriklayout und Umsetzungsressourcen eingeschränkt (Lindner & Richter, 2015, S. 59). Nach Lindner und Richter (2015) erfolgt die Integration der Randbedingungen im zweiten Schritt des Designprozesses und resultiert in der Ableitung eines Soll-Wertstroms. Die Bildung des Soll-Zustands verläuft somit über den Idealzustand, welcher als Zielbild für die Entwicklung des Soll-Prozesses dient (Lindner & Richter, 2015, S. 60–67).

Diese zweistufige Vorgehensweise stellt sicher, dass Kreativität und Kundenorientierung bei der Prozessneugestaltung nicht eingeschränkt werden und dass Bewährtes (z.B. bestehende Rollen, Abläufe und Systeme) tatsächlich hinterfragt wird. Durch die nachträgliche Berücksichtigung der bestehenden Rahmenbedingungen wird vermieden, dass sich Ideal- und Ist-Prozess zu sehr ähneln. Ansonsten wäre die erzielte Verbesserung lediglich als Optimierung des Ist-Wertstroms zu klassifizieren, bei jedoch weitaus höherem getätigtem Aufwand. Abbildung 2 zeigt, dass durch den Umweg über den Idealprozess eine größere Prozessverbesserung erzielt werden kann als bei einem Soll-Zustand, der direkt vom Ist-Zustand abgeleitet wird (Lindner & Richter, 2015, 60-67).

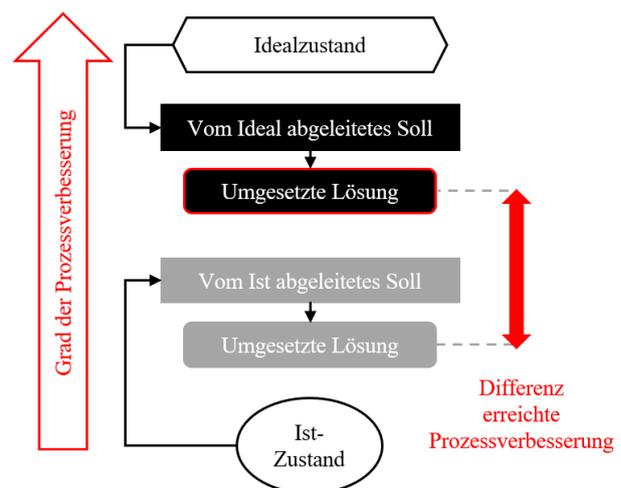


Abbildung 2. Vom Ist- zum Soll-Zustand (eigene Darstellung, in Anlehnung an Lindner & Richter, 2015, S. 61)

Generell ist festzuhalten, dass die Erarbeitung des Soll-Zustandes ein von Iterationen geprägter Prozess ist (Wiegand, 2007, S. 85). Ähnlich verhält es sich mit den Phasen der Wertstrommethode, welche als überlappende Aktivitäten zu betrachten sind. Im Rahmen der Analysephase können beispielsweise erste Ideen hinsichtlich des angestrebten Soll-Zustands aufkommen (Rother & Shook, 2015, S. 9).

Im Hinblick auf potenzielle Optimierungsmaßnahmen ist eine ganzheitliche und weiträumige Betrachtung der Produktion aus der Sichtweise unterschiedlicher Unternehmensbereiche und -ebenen notwendig. Nicht zuletzt deshalb sollte die Lösungsentwicklung unter Einbeziehung der Mitarbeiter aller betroffenen Unternehmensbereiche und Unternehmensebenen vollzogen werden. Darüber hinaus ist für die Optimierung vorhandener Prozesse Expertenwissen unabdingbar. Bezüglich des Methodeneinsatzes sei angemerkt, dass im Zuge des Wertstromdesigns diverse Planungsmethoden und Werkzeuge zum Einsatz kommen, beispielsweise Methoden des Supply Chain Managements oder der Fabrikplanung (Reinhart et al., 2009, S. 133–134).

Die *Umsetzungsphase* beginnt mit der Zerlegung des Soll-Zustands in mehrere „Wertstromschleifen“, die nacheinander bearbeitet werden. Diese Aufsplittung ist notwendig, da es in der Regel nicht machbar ist, den erarbeiteten Soll-Zustand in einem Anlauf umzusetzen (Rother & Shook, 2015, S. 78). Zur Realisierung des Soll-Zustands dienen Umsetzungspläne. Diese sogenannten Wertstrompläne werden für den Zeitraum eines Jahres aufgestellt und enthalten im Wesentlichen folgende Informationen (Jungkind et al., 2018, S. 100; Rother & Shook, 2015, S. 82–85):

- geplante Maßnahmen und Ziele,
- zeitliche Einordnung der Einzelumsetzungen auf Monatebene,
- Kenngrößen zur Messung des Umsetzungserfolgs,
- für die Umsetzung verantwortliche Personen und betroffene Bereiche,
- Umsetzungsstatus.

Gegebenenfalls ist es sinnvoll, detaillierte Umsetzungspläne für einzelne Wertstromschleifen auszuarbeiten (Rother & Shook, 2015, S. 86). Im Hinblick auf die zeitliche Durchführung sollten Umsetzungen in Zeiträumen mit einer geringen Kapazitätsauslastung initiiert werden. Bei voller Auslastung fehlen möglicherweise die dafür notwendigen Ressourcen (Reinhart et al., 2009, S. 134).

Generell sollte bei der Anwendung der Wertstrommethode berücksichtigt werden, dass diese aufgrund der Existenz von branchen-, unternehmens- und produktspezifischen Eigenschaften lediglich beschränkt standardisierbar

ist. Das Vorgehen muss an die vorliegenden Gegebenheiten angepasst werden. Speziell der Maschinen- und Anlagenbau – und damit auch der Sondermaschinenbau – stellt durch die hohe Variantenvielfalt und Individualisierung der Produkte spezifische Anforderungen an die Wertstrommethode (Reinhart et al., 2009, S. 131). Im nachfolgenden Kapitel wird dies anhand des durchgeführten Praxisprojekts und ausgewählten Fallbeispielen aufgezeigt.

3 ANWENDUNG DER WERTSTROMMETHODE IM SONDERMASCHINENBAU

Die nachfolgenden Fallbeispiele stammen aus einem Praxisprojekt zwischen Studenten des Masterstudiengangs Operations Management der ESB Business School Reutlingen und einem mittelständischen Sondermaschinenbauer aus Baden-Württemberg. Das Projekt beinhaltete die Aufnahme und Optimierung der innerbetrieblichen Materialflüsse und begleitenden Prozesse für die Produktion von Maschinen, Ersatzteilen und Werkzeugen. In diesem Zusammenhang wurden die Materialflüsse vom Wareneingang des Unternehmens über die Produktion bis hin zum Warenausgang betrachtet („von Rampe zu Rampe“) und hinsichtlich auftretender Störgrößen und Probleme analysiert. Daran schloss sich die Entwicklung, Implementierung und Validierung geeigneter Lösungsansätze zur Beseitigung der identifizierten Schwachstellen an.

3.1 VORGEHEN

Das projektspezifische Vorgehen orientiert sich an der in Kapitel 2 vorgestellten Wertstrommethode. Die Aufnahme der gegenwärtigen Prozesse und Flüsse erfolgte durch die Befragung der prozessbeteiligten bzw. verantwortlichen Mitarbeiter des Unternehmens. Erste Prozessentwürfe wurden auf Papier und Whiteboard festgehalten, sukzessive überarbeitet und schließlich digitalisiert – unter Verwendung einer einheitlichen Symbolik und Darstellungsform. Hierbei konnten diverse Störgrößen identifiziert werden. Eine Störgröße beschreibt in diesem Zusammenhang ein Problem, das innerhalb eines Prozesses auftritt oder durch den Prozess begünstigt wird. Darauf aufbauend erfolgte die Priorisierung der identifizierten Störgrößen anhand zuvor festgelegter Kriterien. Maßgeblich entscheidend waren hierbei Problemschwere und Behebungsaufwand, aber auch betriebliche Faktoren wie bevorstehende Prozessumstrukturierungen wurden bei der Auswahl berücksichtigt. Die ausgewählten Störgrößen durchliefen im weiteren Verlauf des Projekts eine detaillierte Analyse. Zur Ermittlung der relevanten Informationen dienten Interviews mit den zuständigen Mitarbeitern sowie Prozessbeobachtungen. Die Analyse beinhaltete zudem die Ermittlung der Problemauftrittshäufigkeit, welche durch Messungen erfasst oder mithilfe von Daten ausgewertet wurde. Die ermittelten Ergebnisse dienten als Referenzwerte für die Entwicklung und Validierung von Lösungsansätzen zur Beseitigung oder Linderung der Störgrößen.

Auf die Analysephase folgte schließlich die Erarbeitung von potenziellen Lösungsansätzen und deren konzeptionelle Ausarbeitung in Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern des Unternehmens. Mit der getroffenen Umsetzungsentscheidung erfolgte die Implementierung des favorisierten Lösungskonzepts je Störgröße und dessen Validierung. Zur Quantifizierung der herbeigeführten Verbesserung wurde eine erneute Messung bzw. Auswertung der Prozessparameter vorgenommen. Wenn im Rahmen der Implementierung etwaige Schwachstellen des umgesetzten Lösungskonzepts auftraten, wurden weitergehende Optimierungsmöglichkeiten vorgeschlagen.

3.2 PRAXISBEISPIELE

Nachfolgend wird anhand von zwei identifizierten Störgrößen beispielhaft aufgezeigt, wie sich die Lösungsentwicklung im Zuge der Designphase sowie dessen Implementierung vollzog. Insgesamt wurden im Rahmen des Projekts neun Teilprojekte zur Bearbeitung der ausgewählten Störgrößen gebildet.

3.2.1 ANFORDERUNGSGERECHTE MATERIALBEREITSTELLUNG

Das unternehmensspezifische Logistikkonzept sieht vor, dass Material aus dem Lager auf einer Kommissionierfläche im Montagebereich oder direkt am Montageort bereitgestellt wird. Letztere Variante betrifft die Elektromontage des Unternehmens, die den Schaltschrankbau sowie die elektrische Installation beinhaltet.

Das Material wird überwiegend in Behältern für Kleinteile (KLT) kommissioniert und auf Transportwagen (KLT-Wagen) transportiert. Ein KLT-Wagen ist mit sämtlichen elektronischen Komponenten beladen, die zur Montage einer Maschine benötigt werden. Die behälterspezifische Materialzusammenstellung sowie die Behälteranordnung auf den KLT-Wagen erfolgen nach einer Systematik, die im Nachfolgenden erläutert wird.

Das Material wird unter Berücksichtigung der zu durchlaufenden Montagevorgänge kommissioniert, sodass sich pro KLT-Behälter lediglich Komponenten für einen Montagevorgang befinden. Da pro Montagevorgang mehrere KLT-Behälter anfallen, werden diese vorgangsspezifisch gruppiert und auf einen definierten Platz des KLT-Wagens gestellt (siehe Abbildung 3).

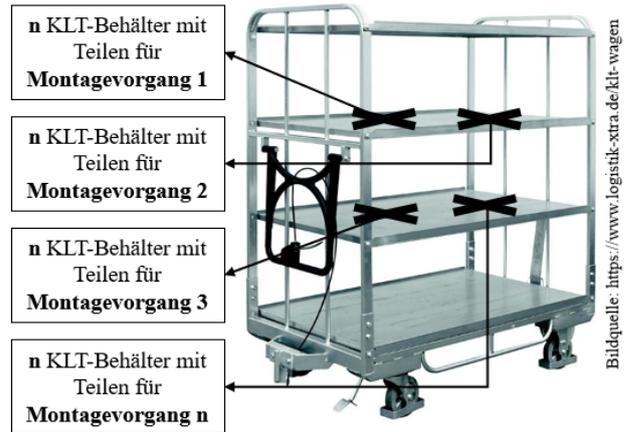


Abbildung 3. Ist-Zustand – Vorgangssortierung bei Materialanlieferung

Das Vorhandensein mehrerer Behälter pro Montagevorgang resultiert aus dem Materialbereitstellungskonzept des Unternehmens (siehe Abbildung 4). Auf Basis der Produktkonfiguration erfolgt die Generierung mehrerer Materialbereitstellungsaufträge pro Fertigungsauftrag (Maschine). Diese werden nachfolgend als Teilaufträge bezeichnet. Für jeden Montagevorgang wird ein Teilauftrag erstellt, sodass sämtliche Teile für einen Montagevorgang im Zuge eines Teilauftrags kommissioniert werden. Die Teilaufträge werden im Lager sukzessive abgearbeitet, wobei ein KLT-Behälter je angefahrenem Lager beansprucht wird. Die Anzahl an kommissionierten KLT-Behältern pro Montagevorgang entspricht demnach der Anzahl an Lagern, die zur Kommissionierung des Teilauftrages angefahren wird.

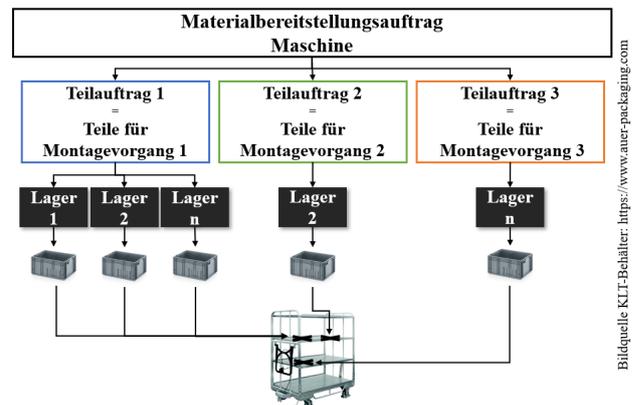


Abbildung 4. Unternehmensspezifisches Materialbereitstellungskonzept

Die Behälterbestückung der KLT-Wagen richtet sich nach der Montagereihenfolge, d.h. der Abfolge der Montageschritte zur Fertigung einer Maschine (siehe Abbildung 3). Die für die Montagevorgänge kommissionierten Behälter können somit nacheinander entladen und abgearbeitet werden. Zusammenfassend beinhaltet die beschriebene Sortiersystematik (Vorgangssortierung) die Bildung von

Behältergruppen je Montagevorgang sowie deren montagebedingte Anordnung auf den KLT-Wagen. Sie beruht auf den Bedürfnissen der Baugruppenmontage des Unternehmens und ist historisch gewachsen.

Im Rahmen der Wertstromanalyse kristallisierte sich eine Störgröße heraus, die von der beschriebenen Kommissioniersystematik verursacht wird: Die für die Elektromontage kommissionierten KLT-Wagen müssen vor deren Verwendung umsortiert werden. Im Gegensatz zur Baugruppenmontage ist die beschriebene Vorgangssortierung für die Elektromontage nicht geeignet, weshalb nach Ankunft der KLT-Wagen im Elektronikbereich Sortieraktivitäten durchgeführt werden. Das Umsortieren stellt einen nicht wertschöpfenden und vermeidbaren Aufwand dar (Zeit- und Ressourcenbindung) und ist somit als Verschwendung zu deklarieren. Zudem löst dieser Vorgang eine weitere Störgröße aus: Die KLT-Wagen verweilen bis zu ihrer Sortierung auf dem Gang vor der Elektromontage, wo sie potenzielle Hindernisse darstellen und den Materialtransport erschweren.

Zur Erfassung der Problematik wurden zunächst die individuellen Problemsichtweisen der Prozessbeteiligten bzw. Prozessverantwortlichen aufgenommen. Befragt wurden einerseits die Montage- und Logistikmitarbeiter, die direkt im Prozess mitwirken. Andererseits erfolgten Gespräche mit der Montage- und Logistikleitung, welche ein ganzheitliches Prozessverständnis sowie eine übergeordnete Sichtweise einbringen konnten. Darauf folgte die Integration der unterschiedlichen Problemsichten zu einem Gesamtbild. Zur Reduzierung der Komplexität erwiesen sich Prozessdarstellungen und Schaubilder als hilfreich (vgl. Abbildung 6-8). Generell handelt es sich bei der beschriebenen Vorgehensweise um einen iterativen Prozess, der sowohl die kontinuierliche Rücksprache und Abstimmung mit den Mitarbeitern als auch die stufenweise Verbesserung der Problemdarstellung beinhaltet.

Die parallel zur Problemanalyse durchgeführte Referenzbetrachtung, d.h. die Ermittlung der Problemauftrittshäufigkeit (vgl. Absatz 3.1), bestätigte die Schwere des Sortierproblems. Als Messgröße diente die durchschnittliche Anzahl der in der Elektromontage ankommenden KLT-Wagen mit Material aus dem Lager. Im ausgewählten Betrachtungszeitraum von 52 Kalenderwochen wurden durchschnittlich zwei Wagen pro Tag an die Elektromontage geliefert. Da es sich bei der Vorgangssortierung um einen Standardprozess der Lagerlogistik handelt, kann angenommen werden, dass alle für die Elektromontage kommissionierten Wagen umsortiert werden müssen. Die Sortierproblematik besitzt somit eine signifikante Problemauftrittshäufigkeit, da sie bei 100 % der Materialanlieferungen auftritt.

Im Zuge der Lösungsentwicklung entstand die Erkenntnis, dass zur Behebung des Sortierproblems eine Anpassung der anfangs beschriebenen Kommissionier- und

Sortiersystematik erforderlich ist. Die bestehende Teilauftragsstruktur (siehe Abbildung 4) begünstigt die Vorgangssortierung auf den KLT-Wagen. In Anbetracht der vorgangsorientierten Arbeitsweise der Baugruppenmontage ist sie zudem auf die Herstellung einer Vorgangssortierung ausgelegt. Die von der Elektromontage geforderte Teileanordnung entspricht einer Sortierung nach Teileart (siehe Abbildung 5). Diese Artensortierung sieht vor, dass Teile gleicher Art in einen KLT-Behälter gelegt werden. Sie wird momentan nach Ankunft der Wagen manuell hergestellt. Folglich entfällt die Notwendigkeit der Sortierung ankommender KLT-Wagen durch die Einführung einer Artensortierung.

Die Einführung der Artensortierung ist zwangsläufig mit der Änderung der bestehenden Kommissionierprozesse im Lager verbunden. Gemäß dem Ist-Prozess werden Teilaufträge für die Fertigung einer Maschine nacheinander in die Lagersoftware eingespeist, welche die Lagerorte der Bauteile wegeoptimiert anfährt. Dabei wird pro Teilauftrag Lager für Lager abgearbeitet, wobei für jedes angefahrte Lager ein KLT-Behälter mit Bauteilen anfällt (siehe Abbildung 4).

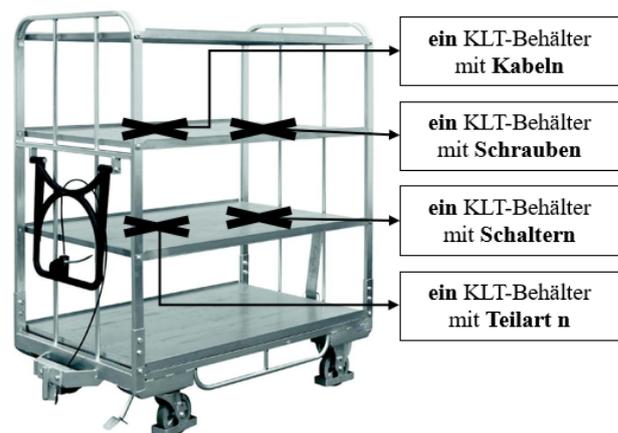


Abbildung 5. Soll-Zustand – Artensortierung bei Materialanlieferung

Die Beibehaltung der Einzeleingabe der Teilaufträge bei gleichzeitiger Artensortierung führt lediglich zu einer Verlagerung der Sortiertätigkeit und nicht zu ihrer Beseitigung. Um die gewünschte Artensortierung herzustellen, wäre im Lager eine Umsortierung der KLT-Behälter erforderlich. Die KLT-Behälter der einzelnen Teilaufträge eines Fertigungsauftrags müssten auf einem Sammelplatz gesammelt und anschließend nach Teileart sortiert werden. Damit verlegt sich der Sortierort, die Zuständigkeit und der Platzbedarf vom Shopfloor in das Lager. Alternativ müsste direkt bei der Abarbeitung des ersten Teilauftrags mit der Artensortierung begonnen werden und identische Teile anderer Teilaufträge sukzessive beigelegt werden. Beide Prozesse erhöhen einerseits die Komplexität für die Lagermitarbeiter, andererseits handelt es sich um vermeidbare Abläufe.

Aus diesem Grund wurde im Rahmen des Wertstromdesigns die gesammelte Systemeingabe sämtlicher Teilaufträge eines Fertigungsauftrags als Verbesserungsmaßnahme vorgeschlagen. Ist ein Bauteil auf mehreren Teilaufträgen enthalten, wird sein Lagerort durch die Bündelung der Teilaufträge lediglich einmal pro Fertigungsauftrag angefahren. Somit kann die benötigte Gesamtmenge eines Bauteils einmalig entnommen und in einen KLT-Behälter kommissioniert werden. Es fallen keine Sortierprozesse an und die Artensortierung ist durch die gebündelte Entnahme sichergestellt.

Im Zuge der Lösungsentwicklung konnte weitreichendes Optimierungspotenzial hinsichtlich der Anzahl an Lagerzugriffen pro Fertigungsauftrag festgestellt werden. Die Bündelung der Teilaufträge bewirkt das einmalige Anfahren einer Lagerposition (Lagerort eines Bauteils) aber auch das einmalige Anfahren eines Lagers pro Fertigungsauftrag. Im Ist-Prozess, bei der sukzessiven Abarbeitung der Teilaufträge, werden Lager sowie einzelne Lagerorte mehrfach pro Fertigungsauftrag angefahren (siehe Abbildung 6).

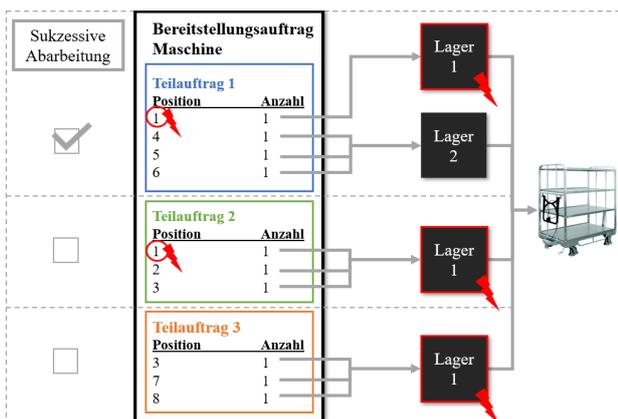


Abbildung 6. Ist-Zustand – Einzelkommissionierung der Teilaufträge

Dieser Sachverhalt konnte durch die Auswertung vergangener Materialbereitstellungsaufträge ermittelt werden. Für die ausgewertete Anzahl an zu fertigenden Maschinen fielen mehr als doppelt so viele Teilbereitstellungsaufträge an. Von den Lagerzugriffen zur Kommissionierung der Teilaufträge war fast die Hälfte redundant. Lager wurden doppelt (44 %), dreifach (5 %) oder sogar vierfach (2 %) besucht. Durch die Teilauftragsstruktur verursacht eine zu fertigende Maschine durchschnittlich acht Lagerzugriffe. Dem gegenüber steht die Tatsache, dass über 90 % der für die Elektromontage benötigten Teile in vier Lagern untergebracht sind. Durch die Bündelung der Teilaufträge zu einem Materialbereitstellungsauftrag pro zu fertigender Maschine kann die Anzahl an Lagerzugriffen weitreichend reduziert werden. Die in diesem Zuge durchgeführte Auswertung ergab ein Reduzierungspotenzial von über 40 %. Hinzu kommen die Einsparungen durch das einmalige Anfahren einer Lagerposition pro Bereitstellungsauftrag. Abbildung 8 stellt diesen Soll-Zustand dar.

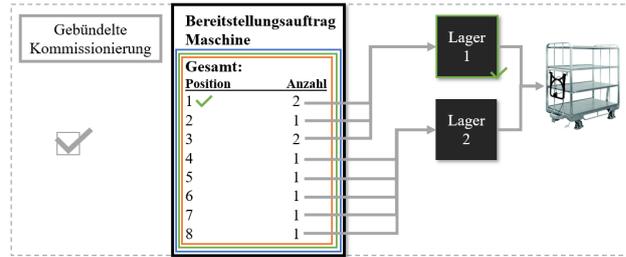


Abbildung 7. Soll-Zustand – Bündelung der Teilaufträge

Die Validierung des beschriebenen Lösungsansatzes erfolgte im Rahmen einer Pilotierung. Dabei standen folgende Gesichtspunkte im Mittelpunkt:

- Handhabbarkeit der Prozessänderungen im Lager
- Sicherstellung der Softwareeignung hinsichtlich der Bündelung der Teilaufträge
- Begutachtung und Bewertung des Sortierergebnisses in den KLT-Behältern und auf den KLT-Wagen

Der für den Pilotversuch ausgewählte Bereitstellungsauftrag bestand aus zwei Teilaufträgen mit drei identischen Lagerpositionen (siehe Abbildung 8). Jede dieser Positionen wird gemäß dem Ist-Prozess zweifach angefahren.

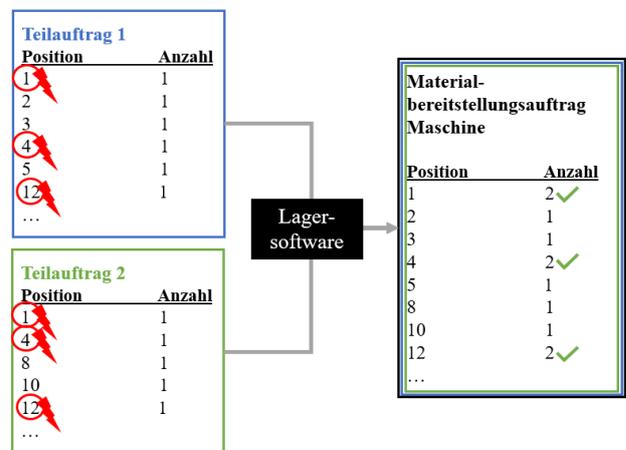


Abbildung 8. Systematische Darstellung der Pilotierung

Im Zuge des Pilotversuchs erfolgte zunächst die systemseitige Bündelung der Teilaufträge in einen Materialbereitstellungsauftrag. Daran schloss sich die Abarbeitung des generierten Auftrags an sowie die Kommissionierung der entnommenen Teile durch den Lagermitarbeiter. Darauf folgte die Begutachtung der entstandenen Sortierung in den KLT-Behältern und auf dem KLT-Wagen. Involviert waren alle am Prozess beteiligten Mitarbeiter des Unternehmens.

Die Handhabbarkeit der Prozessänderungen, die Softwareeignung sowie das erreichte Sortierergebnis entsprechen dem entwickelten Soll-Zustand und wurden durch die

Mitarbeiter bestätigt. Somit konnte die Pilotierung erfolgreich abgeschlossen werden. In dem verbleibenden Zeitraum bis zum Projektabschluss erfolgte die Verifizierung des umgesetzten Lösungsansatzes. Es konnte keine Notwendigkeit der Umsortierung ankommender KLT-Wagen festgestellt werden, sodass der Lösungsansatz ohne weitere Anpassungen standardisiert werden kann.

3.2.2 LAYOUTGESTALTUNG EINES ANLIEFERPLATZES

Der Anlieferplatz für die Maschinenmontage wird mit vorkommissionierten Bereitstellungswagen, Paletten und Kleinteilen beliefert. Diese Ladungsträger kommen teils aus dem Lager im selben Werk und teils aus dem unternehmenseigenen Logistikzentrum. Die Bereitstellung erfolgt geordnet nach Maschinentypen. Die Monteure beschaffen sich zu Montagestart alle zum Auftrag gehörenden Ladungsträger vom Anlieferplatz, um mit der Montage der Maschine zu beginnen.

Die vorgefundene Ist-Situation beschreibt sich folgendermaßen: Der Anlieferplatz ist chaotisch, nur von einer Seite zugänglich und überfüllt. Für Kunden, Besucher und Mitarbeiter gibt der Anlieferplatz kein gutes Bild ab. In Abbildung 9 ist eine schematische Zeichnung des Anlieferplatzes zu sehen, von der Seite unten in der Zeichnung ist der Platz zugänglich.

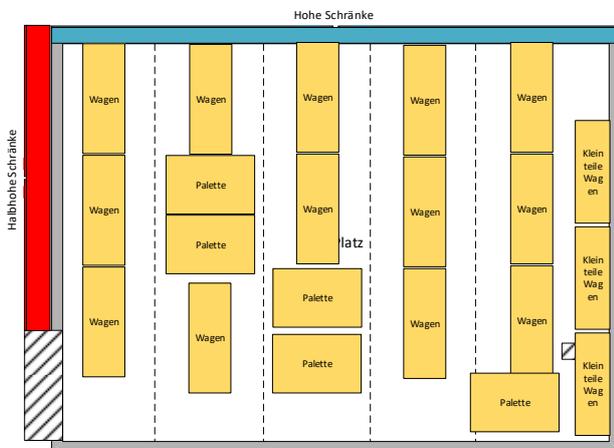


Abbildung 9. Ist-Zustand Anlieferplatz

Auf dem Anlieferplatz stehen Wagen und Paletten gemischt. Kommissionierte Bereitstellungen aus dem werkeigenen Lager befinden sich auf Wagen, große Teile werden auf Paletten angeliefert und Anlieferungen aus dem unternehmenseigenen Logistikzentrum werden stets, ungeachtet der tatsächlichen Abmessungen, auf Europaletten angeliefert. Wenn die Anlieferung von verschiedenen Lagerorten kommt, dann befinden sich nicht alle zu einer Kommissionierung gehörenden Teile auf einem Ladungsträger und die verschiedenen zusammengehörenden Ladungsträger stehen räumlich nicht zwingend zusammen. Zudem ist an den Ladungsträgern nicht erkennbar, ob noch

ein anderer Ladungsträger zum selben Bereitstellungsauftrag gehört.

Eine Ursache für die Überfüllung des Anlieferplatzes stellt die hohe Verweildauer der Materialien dar. Hierfür ist in erster Linie ein zu früher Bereitstellungstermin oder eine unvorhergesehene Verzögerung eines Montageauftrages verantwortlich. Zusätzlich ist der Platz arbeitssicherstechnisch gefährlich, da die Wagen und Paletten eng aneinander stehen und kaum Wege für Mitarbeiter frei sind. Die Begleitpapiere sind nur vom jeweils ersten Ladungsträger einer Reihe ersichtlich.

Durch die mangelhafte Zugänglichkeit, begrenzte Flexibilität und unzureichende Sichtbarkeit der Begleitpapiere kommt es zu erhöhten Suchzeiten bei der Materialentnahme, da Materialträger bewegt werden müssen, um an den anvisierten Ladungsträger zu gelangen. In einzelnen Fällen führt die fehlende Bündelung von Ladungsträgern eines Auftrages dazu, dass sich ein Werker wiederholt auf die Suche nach den benötigten Materialien begeben muss.

Zur quantitativen Beschreibung des Ist-Zustandes am Anlieferplatz wurde eine Referenzmessung durchgeführt. Diese erfasst auf der Grundlage von verschiedenen Szenarien die durchschnittliche Entnahmezeit eines Auftrages, bestehend aus verschiedenen Ladungsträgern. Die Entnahmezeit definiert die Summe aus dem Suchen nach allen Ladungsträgern eines Auftrages bis zum endgültigen Entfernen dieser Ladungsträger vom Anlieferplatz. Um möglichst realistische Entnahmezeiten zu bestimmen, wurden Mittelwerte für das Suchen eines vollständigen Auftrages und die Entnahme der verschiedenen Ladungsträger gebildet. Die durchschnittliche Such- und Entnahmezeit betrug etwa 180 Sekunden pro Auftrag.

Das bestehende Layout des Platzes ist ungeeignet für eine leichte und schnelle Entnahme von Ladungsträgern. Ordnung und Sauberkeit des Anlieferplatzes sind die Grundlage für Verbesserungen und Produktivitätssteigerungen. Ein neues Platzlayout, welches die Forderungen einer guten Arbeitsumgebung und einer besseren Produktivität erfüllt, wird benötigt.

Als Grundlage zur Auslegung des neuen Platzlayouts wurde eine Auswertung der Bereitstellungen auf Wochenbasis angefertigt. Anhand dieser wurde die Anzahl von Plätzen für Ladungsträger bestimmt, die das neue Layout bieten sollte. Durchschnittlich werden pro Woche neun Bereitstellungswagen angeliefert, der ausgewertete Maximalwert beträgt 17 Wagen pro Woche. Bei der Entwicklung von neuen Layoutkonzepten waren zudem folgende Kriterien ausschlaggebend:

- Zugänglichkeit der Ladungsträger
- Flächeneffizienz (Anzahl der Ladungsträger)
- Gangbreite für das Rangieren der Ladungsträger

- Sichtbarkeit der Begleitpapiere.

Zur besseren Zugänglichkeit des Platzes wurde vor Erstellung der neuen Layoutkonzepte abgestimmt, dass eine Schrankreihe, welche den Anlieferplatz von der linken Seite begrenzt, einen anderen Platz bekommt. Einer der Kleinteilewagen auf der rechten Seite wurde ebenfalls entfernt. Diese Maßnahmen bringen den Vorteil, dass der Anlieferplatz von drei Seiten zugänglich ist. Auf Basis dieser Bedingungen und Kriterien wurden verschiedene Layoutentwürfe erstellt, ein Auszug dieser ist in Abbildung 10 zu sehen.

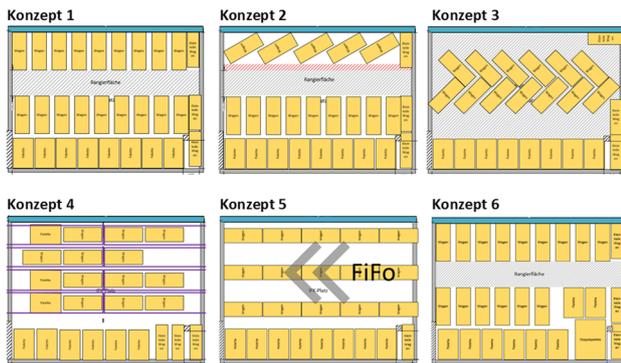


Abbildung 10. Layoutvorschläge für den Anlieferplatz

Zur Auswahl des geeignetsten Konzeptes wurden die oben genannten Kriterien für eine Nutzwertanalyse verwendet, welche gemeinsam mit den Stakeholdern durchgeführt wurde. In diesem Rahmen wurde ein Konzept (siehe Abbildung 11) ausgewählt.

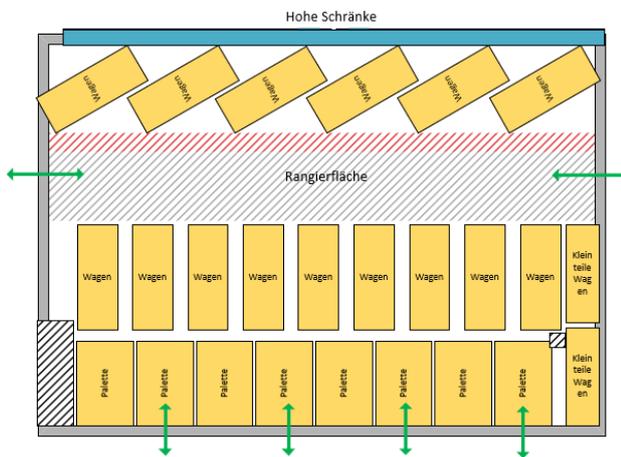


Abbildung 11. Ausgewähltes Layout für den Anlieferplatz

Dieses Layout besitzt ein hohes Maß an Flexibilität, da jeder Ladungsträger frei zugänglich ist und ohne weiteren Handhabungsaufwand in den Anlieferplatz geschoben oder dort entnommen werden kann. Die Zugänglichkeit ist von drei Seiten gewährleistet, diese sind durch Pfeile in Abbildung 11 verdeutlicht. Außerdem gibt es eine durchgängige, ausreichend breite Rangierfläche für die Ladungsträger.

Die Flächeneffizienz ist im Vergleich zu den anderen Layouts mittelmäßig, dennoch können insgesamt bis zu 15 Bereitstellungswagen und 8 Paletten auf dem Layout platziert werden. Die Begleitpapiere sind bei jedem Ladungsträger gut sichtbar.

In Relation zur angestellten Analyse befindet sich das Angebot von 15 Wagenstellplätzen weit über dem durchschnittlichen Bedarf von neun Bereitstellungswagen. In auftragsstarken Zeiten kann es mit dem favorisierten Konzept zu Stellplatzengpässen von zwei überschüssigen Wagen kommen. Für diese seltenen Fälle wurde eine Ausweichfläche definiert.

Die Umsetzung des neuen Layouts fand nach Vorgehen der 5S-Methode statt. Die 5S-Methodik ist ein strukturiertes Vorgehen, um die Arbeitsumgebung zu gestalten, zu organisieren und Standards zu vereinbaren. Die Methode beinhaltet das Sortieren und Aussortieren, das Stellen und Ordnen, das Säubern und Sauberkeit bewahren, das Standardisieren und die Selbstdisziplin am Arbeitsplatz (Pankus Team, 2005).

Als erster Schritt wurde der Anlieferplatz durch Aus-sortieren von Wagen und Wegstellen von Schränken die Zugänglichkeit von drei Seiten hergestellt. Die dort stehenden Ladungsträger wurden sortiert und zusammengehörenden Ladungsträger wurden zusammengefasst. Anschließend wurde der Platz komplett ausgeräumt und gereinigt. Mit Klebeband wurde das neue Layout mit allen Stellplätzen für Wagen und Paletten markiert.

Der neue Anlieferplatz bringt eine bessere Arbeitszufriedenheit und -sicherheit mit sich, da das ordentliche und organisierte Platzlayout die Arbeit erleichtert und Gefahrenquellen beseitigt. Mithilfe der Kennzeichnung der Plätze für die verschiedenen Ladungsträger werden Fehler verhindert und Ordnung geschaffen. Aufwändiges Suchen entfällt aufgrund der hohen Übersichtlichkeit.

Um die Verbesserung des neuen Layouts zu validieren, wurde eine erneute Messung der Entnahmezeiten für Wagen und Paletten vorgenommen. Diese ergab eine Verkürzung der Entnahmezeit von durchschnittlich etwa 180 auf etwa 40 Sekunden pro Auftrag, was einer Verbesserung von knapp 80 % entspricht.

Zusammenfassend erhöht die Neugestaltung des Anlieferplatzes die Produktivität und Effizienz. Durch die reduzierten Such- und Entnahmezeiten können sich die Mitarbeiter auf ihre wertschöpfenden Tätigkeiten fokussieren.

Die ersten Reaktionen der Mitarbeiter zum neuen Layout waren positiv. Die Struktur und Ordnung des Anlieferplatzes wurden gelobt und die Verkürzung der Such- und Entnahmezeiten wurden bestätigt.

In weiteren Schritten kann der Anlieferplatz fortführend optimiert werden. Zum Beispiel können die Auftragsbegleitpapiere eindeutiger gestaltet werden, sodass zusammengehörende Ladungsträger besser erkannt werden. Des Weiteren kann die Anzahl der Paletten, durch eine Umladung von kleinen Materialien auf Bereitstellungswagen verringert werden. Um die Suchzeiten zu eliminieren, können die Anlieferplätze nummeriert und jedem Ladungsträger systemseitig ein Platz zugewiesen werden.

3.3 HERAUSFORDERUNGEN UND ERFAHRUNGEN

Nachfolgend werden die Herausforderungen und Erfahrungen bei der praktischen Umsetzung der Materialflussoptimierungen erläutert.

3.3.1 PRAKTISCHE ANWENDBARKEIT DER WERTSTROMMETHODE

Die ganzheitliche Optimierung des Materialflusses wurde in Anbetracht der begrenzten Projektlaufzeit von vier Monaten als nicht realisierbar eingestuft, sodass analog zu Lindner und Richter (2015) einzelne Störgrößen bearbeitet wurden (vgl. Kapitel 2). Im Zuge des Praxisprojekts bestätigte sich Reinhart et al.'s (2009, S. 131) Erkenntnis, dass für die praktische Anwendung der Wertstrommethode Adaptionen an die unternehmensspezifischen Gegebenheiten erforderlich sind. Hierzu wurde das in Abschnitt 3.1 erläuterte Vorgehen entwickelt und angewendet.

Im Sondermaschinenbau bestimmt eine hohe Varianten- und Teilevielfalt den Materialfluss. Die Anforderungen verändern sich von Auftrag zu Auftrag, sodass die Prozesse lediglich begrenzt standardisiert und undurchsichtig sind. Prinzipien wie First-in-First-out und Kanban sind schwer oder gar nicht einsetzbar. Probleme sind meist sehr komplex, weshalb Instrumente aus der Literatur nicht flächendeckend angewendet werden können.

Bei der Umsetzung bestätigte sich das von der Literatur empfohlene stufenweise Vorgehen, jedoch sollte dies auf die Flexibilität und Einstellungen der Stakeholder abgestimmt werden. Nach der erfolgreichen Einführung kleiner Veränderungen kann zu größeren Veränderungen übergegangen werden. Ist die Grundstimmung positiv, können Veränderungen vergleichsweise einfach eingesteuert und umgesetzt werden.

3.3.2 STAKEHOLDER MANAGEMENT

Im Kontext von Projekten sind Stakeholder ein wichtiger Erfolgsfaktor. Für den richtigen Umgang mit unterschiedlichen Stakeholdergruppen ist Stakeholder Management notwendig (Meyer & Reher, 2016). Analog zu Meyer und Reher (2016) sowie Freitag (2016) wurde im Rahmen des Praxisprojekts ein mehrstufiger Prozess durchlaufen. In einem ersten Schritt erfolgte die Identifikation potenzieller Projektstakeholder. Daran schloss sich die Analyse und

Priorisierung der Stakeholder hinsichtlich ihrer Einstellungen zum Projekt und ihres Einflusses an. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse flossen in die Erarbeitung von Strategien und Maßnahmen zum Umgang mit den priorisierten Stakeholdern ein, welche anschließend umgesetzt und überwacht wurden. Wichtige Instrumente hierbei waren die Stakeholdermatrix (vgl. Meyer & Reher, 2016, S. 73) sowie das Versenden wöchentlicher Projektreports.

3.3.3 CHANGE MANAGEMENT

Produktionsumstrukturierungen im Zuge des Wertstromdesigns führen oftmals zu Misstrauen bei den Mitarbeitern und erschweren die Umsetzung des Soll-Zustands (Reinhart et al., 2009, S. 134). Vor diesem Hintergrund wurde proaktiv Change Management betrieben. In Anlehnung an Kotter's (2015) Acht-Stufen-Prozess zur erfolgreichen Umsetzung von Change Management erwiesen sich folgende Ansätze als Schlüssel zum Erfolg:

- Schaffen eines Bewusstseins für die Notwendigkeit einer Veränderung bzw. Aufzeigen von Handlungsbedarf
- Aufzeigen von Vorteilen einer Veränderung
- kontinuierliches Einbeziehen der Mitarbeiter und Führungskräfte in die Analyse-, Design- und Umsetzungsphase
- frühzeitige, regelmäßige und direkte Kommunikation mit den Mitarbeitern
- transparente Arbeitsweise gegenüber den Mitarbeitern.

Im Hinblick auf das Herausstellen der Dringlichkeit einer Veränderung sei angemerkt, dass es im Zuge des Praxisprojekts häufig zu einer Relativierung oder Verharmlosung der identifizierten Probleme kam. Es entstand der Eindruck, dass Probleme ungern von den Mitarbeitern angesprochen werden. Insbesondere wenn die Problemursache außerhalb des eigenen Arbeitsbereichs lag, bestand eine Hemmschwelle. Darüber hinaus wurde durch die Verharmlosung der Probleme deutlich, dass historisch gewachsene Strukturen tendenziell nicht infrage gestellt werden.

Eine wesentliche Erkenntnis war zudem, dass die subjektive Wahrnehmung der Prozessbeteiligten nicht zwangsläufig der Realität entspricht und daher den Fakten gegenübergestellt werden sollte. Mit der Problemanalyse und der darin enthaltenen Referenzbetrachtung des Ist-Zustands konnte ein Bewusstsein für die Notwendigkeit der Veränderung geschaffen werden, was eine wichtige Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung der Verbesserungsmaßnahmen darstellte.

3.3.4 SCHNITTSTELLEN UND SILODENKEN

Unter Schnittstellen sind nachfolgend Abteilungsschnittstellen zu verstehen. Durch Arbeitsteilung überschneiden sich Aufgaben bei der Leistungserstellung. Aufgrund einer gezielten Interaktion im Rahmen der kundenindividuellen Produktion, z.B. bei der Produktkonfiguration oder der Materialversorgung, findet eine Übertragung, ein Austausch oder ein Zugriff auf bestimmte Güter oder Informationen über die Schnittstellen hinweg statt (Winkler & Allmayer, 2012). Nur wenn diese Interaktionsprozesse gezielt ablaufen, ist ein reibungsloser Informations- und Materialfluss möglich. Andernfalls entstehen Schnittstellenprobleme (Hauschildt, 2004). Unter Schnittstellenproblemen werden Störungen oder Unterbrechungen verstanden, welche bei der Weitergabe von Objekten zwischen den interagierenden Parteien entstehen. Diese führen meist zu unbefriedigenden betriebswirtschaftlichen Ergebnissen. Speziell bei der kundenindividuellen Produktion ist ein durchgängiger Informations- und Materialfluss entlang der gesamten Wertschöpfungskette eine besonders wichtige Erfolgsvoraussetzung (Winkler & Allmayer, 2012).

Silodenken, auch Bereichs- oder Abteilungsdanken genannt, steht in Verbindung mit Schnittstellenproblemen und beschreibt den Zustand, dass organisatorische Bereiche mit starkem Fokus auf den eigenen Erfolg handeln. Die Erreichung übergeordneter strategischer Ziele gerät dabei oft in den Hintergrund (Trachsel & Fallegger, 2017).

Bei allen bearbeiteten Störgrößen sind Schnittstellenprobleme aufgetreten. Silodenken konnte bei der Mehrheit der bearbeiteten Störgrößen festgestellt werden. Dabei war auffällig, dass innerhalb der Belegschaft eine große Bereitschaft zur Überwindung des Abteilungsdankens bestand, dies jedoch häufig aufgrund mangelnder Kommunikation scheiterte. Werden Probleme nicht angesprochen, besteht kein Anlass zur Änderung der bestehenden Prozesse. Es sollte eine interne Kunden-Lieferantenbeziehung aufgebaut und gepflegt werden, um die Kommunikation von Feedback und Anforderungen zu gewährleisten. Am Beispiel der Sortierproblematik (vgl. Kap. 3.2.1) war den Lagermitarbeitern schlichtweg nicht bekannt, dass die Vorgangssortierung in der Elektromontage zusätzlichen Arbeitsaufwand verursacht.

Das initiierte Praxisprojekt fungierte als Kommunikationsplattform für einen abteilungsübergreifenden Austausch. Dabei konnte ein Verständnis für die gegenseitigen Probleme geschaffen und Barrieren abgebaut werden.

3.3.5 KOMPLEXITÄT

Eine weitere Herausforderung bei der Bearbeitung des Praxisprojekts bezieht sich auf die Komplexität der Störgrößen. Der durch die hohe Varianten- und Teilevielfalt geprägte Materialfluss des Unternehmens induziert eine hohe Komplexität auf der Prozessebene. Probleme erschienen bei ihrer ersten, oberflächlichen Betrachtung häufig simpel.

Bei der Zunahme von Schnittstellen und Abhängigkeiten stieg die Komplexität jedoch deutlich an. Diese kam maßgeblich durch die Vielzahl unterschiedlicher Prozessanforderungen zustande. Zur Komplexitätsreduzierung wurden komplexe Sachverhalte mithilfe von Darstellungen und Schaubildern vereinfacht.

Durch die Komplexität der Störgrößen waren zudem die Grundursachen der Probleme oftmals schwer ermittelbar. Unübersichtliche Kausalzusammenhänge und die Verkettung mehrerer Störgrößen erschwerten die Differenzierung zwischen Problemursachen und deren Auswirkungen. Folglich war eine strukturierte Analyse zwischen Ursache und Wirkung unerlässlich, auch wenn es sich hierbei um einen zeitaufwändigen Prozess handelte. Schließlich bestand der Anspruch, die Grundursachen der Probleme zu bekämpfen und nicht ihre Auswirkungen. Als ein geeigneter Ansatz erwies sich hierbei die 5-Why-Methode (vgl. Jhorar & Kumawat, 2017).

3.3.6 RESSOURCENVERFÜGBARKEIT

Eine wesentliche Herausforderung im Rahmen des Praxisprojekts war die Datenverfügbarkeit für die Ermittlung der Problemauftrittshäufigkeiten und die Entwicklung von Lösungsansätzen. Um diese sicherzustellen, sollte zu Beginn des Projekts abgeklärt werden, ob und in welcher Qualität die benötigten Daten verfügbar sind. Insofern keine Daten vorhanden sind und diese durch Messungen generiert werden müssen, ist dies im Zeitplan entsprechend zu berücksichtigen.

Der Projekterfolg wurde zudem durch die Verfügbarkeit der Mitarbeiter beeinflusst. Daraus resultiert die Erkenntnis, dass Personalkapazitäten sowohl auf der Führungs- als auch auf der Mitarbeiterebene sichergestellt werden sollten. Die Abwesenheit einzelner Mitarbeiter (z.B. Urlaub, Krankheit, Elternzeit) führte bei der Bearbeitung einzelner Störgrößen zu zeitlichen Verschiebungen der geplanten Arbeitsinhalte. In einzelnen Fällen musste die Arbeit an den Teilprojekten vorübergehend unterbrochen werden, da die abwesenden Personen die einzigen Ansprechpartner für ein spezifisches Themengebiet waren. In einem konkreten Fall handelte es sich um die Installation einer Anlieferzone, die aufgrund des Ausfalls bzw. der Abwesenheit eines Mitarbeiters erst mehrere Wochen nach der Fertigstellung des Lösungskonzeptes durchgeführt werden konnte. Generell ist bei mittelständischen Unternehmen zu berücksichtigen, dass die Mitarbeiteranzahl pro Arbeitsgebiet begrenzt ist, was zu einer Verschiebung der Terminalschiene führen kann. Nicht zuletzt deshalb ist es wichtig, die Verfügbarkeit der benötigten personellen Ressourcen frühzeitig abzuklären.

Im Rahmen des Praxisprojekts wurde jedoch die Erfahrung gemacht, dass zeitliche Verschiebungen auch bei einer vorausschauenden Planung und der Berücksichtigung diverser Risiken nicht ausgeschlossen werden können. Im

beschriebenen Fall der Umsetzung einer anforderungsorientierten Materialbereitstellung für die Elektromontage (vgl. Kapitel 3.2.1) führten das Nichtvorhandensein geeigneter Bereitstellungsaufträge, krankheitsbedingte Personalausfälle und technische Probleme zu einer vierwöchigen Verschiebung der Pilotierung. Um auf ungeplante Vorkommnisse reagieren zu können, ist eine gewisse Flexibilität hinsichtlich der Zeitplanung unabdingbar.

4 FAZIT

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die praktische Umsetzung der Wertstrommethode im Sondermaschinenbau methodische Anpassungen erfordert. Es besteht die Schwierigkeit, einen allgemeingültigen Soll-Materialfluss aufzustellen, da jede Maschine andere Anforderungen an den Prozess stellt und somit abgeänderte Prozessabläufe bestehen. Die in diesem Projekt angewendete Vorgehensweise, bestehend aus Problembeschreibung, Ursachen- und Auswirkungsanalyse, Lösungskonzeptentwicklung, Umsetzung inklusive Validierung und anschließender Optimierung, hat sich als eine zielführende Methode zur Durchführung von Materialflussoptimierungen erwiesen.

Generell ist es zwingend notwendig, Schnittstellen zu analysieren, da dort häufig Probleme auftreten. Zudem sollte die Problemkomplexität und die zugrunde liegenden Hintergründe nicht unterschätzt werden. Eine strukturierte Problemanalyse bildet das Fundament für Optimierungen. Auch Stakeholder Management und Change Management nehmen Einfluss auf den Umsetzungserfolg und müssen aktiv betrieben werden. Die Zeitplanung sollte unter Berücksichtigung der Ressourcenverfügbarkeit erfolgen. Die aufgeführten Kriterien sind wichtige Voraussetzungen für eine erfolgreiche Materialflussoptimierung.

LITERATURVERZEICHNIS

- Freitag, M. (2016). *Kommunikation im Projektmanagement. Aufgabengebiete und Funktionen der Projektkommunikation* (2. Auflage). Wiesbaden: Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-13388-7>
- Hauschildt, J. (2004). *Innovationsmanagement* (Vahlers Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, 3., überarbeitete und erweiterte Auflage). München: Vahlen.
- Jhorar, R. & Kumawat, V. S. (2017). Failure Analysis and Prevention of High-Voltage Failure of FHP Motor. *Journal of Failure Analysis and Prevention*, 17(2), 169–177. <https://doi.org/10.1007/s11668-016-0223-x>
- Jungkind, W., Könneker, M., Pläster, I. & Reuber, M. (2018). *Handbuch der Prozessoptimierung. Die richtigen Werkzeuge auswählen und zielsicher einsetzen*. München: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG. <https://doi.org/10.3139/9783446459342>
- Kotter, J. P. (2015). *Leading Change. Wie Sie Ihr Unternehmen in acht Schritten erfolgreich verändern*. München: Franz Vahlen GmbH. <https://doi.org/10.15358/9783800646159>
- Lindner, A. & Richter, I. (2015). *Wertstromdesign* (2. Auflage). München: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG. <https://doi.org/10.3139/9783446428836>
- Meyer, H. & Reher, H.-J. (2016). *Projektmanagement. Von der Definition über die Projektplanung zum erfolgreichen Abschluss*. Wiesbaden: Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-07569-9>
- Panskus Team. (2005). *Von der Arbeitsvorbereitung zum Produktivitätsmanagement. Wege zur Produktivitätssteigerung*. Zugriff am 12.06.2019. Verfügbar unter <https://www.awf.de/wp-content/uploads/2014/12/Produktivitaet-PanskusTeam.pdf>
- Reinhart, G., Bredow, M. von & Pohl, J. (2009). Optimierung der Wertschöpfung in der variantenreichen Serienfertigung des Anlagenbaus. Herausforderungen und Empfehlungen. *wt Werkstattstechnik online*, 99(3), 130–135.
- Rother, M. & Shook, J. (2015). *Sehen lernen. Mit Wertstromdesign die Wertschöpfung erhöhen und Verschwendung beseitigen* (Workbooks für Lean Management, Deutsche Ausgabe, Version 1.4). Mühlheim an der Ruhr: Lean Management Institut GmbH.
- Trachsel, V. & Fallegger, M. (2017). Silodenken überwinden. *Controlling & Management Review*, 61(7), 42–49. <https://doi.org/10.1007/s12176-017-0087-2>
- Wiegand, B. (2007). Sehen lernen in der Produktion. Mit Wertstromdesign die Abläufe verbessern. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 102(1-2), 82–87. <https://doi.org/10.3139/104.101110>
- Wieling, T., Belger, C., Kleine-Möllhoff, P., Jenisch, R., Kutschera, F., Lenz, O. et al. (2019). *Möglichkeiten und Methoden zur innerbetrieblichen Materialflussoptimierung im Maschinen- und Anlagenbau mit hoher Variantenvielfalt* (Rennhak, C. & Nufer, G., Hrsg.) (Reutlinger Diskussionsbeiträge zu Marketing & Management 3). <https://doi.org/10.15496/PUBLIKATION-29440>
- Winkler, H. & Allmayer, S. (2012). Schnittstellenmanagement bei kundenindividueller Produktion. *Productivity Management*, (1), 16–19.