

STANDARDISIERUNG GEWACHSENER MATERIALFLUSSSTRUKTUREN - PRODUKTIONSLOGISTIKGESTALTUNG AUF BASIS KONFIGURIERBARER REFERENZPROZESSMODELLE

Alexander Schubel und Prof. Dr. Markus Schneider, Technologiezentrum PULS (Produktions- und Logistiksysteme) der Hochschule Landshut, Deutschland

1 Fehlende Standardisierung als Problemstellung in der Materialflussplanung

Im Rahmen der Produktionslogistikgestaltung lassen sich folgende Hindernisse für eine bestmögliche logistische Zielerreichung nach Wiendahl [4] S. 250-251 festhalten:

- eine hohe Logistikkomplexität und Intransparenz durch gewachsene Materialflussstrukturen [5] S.7-9, [6], S. 175
- ein unsystematisches Planungsvorgehen in Bezug auf das Gesamtoptimum [7] S. 201, [8] S. 1004
- ein hoher Abstimmungs- und Zeitaufwand im eigentlichen Planungs- und Gestaltungsprozess [5] S. 449-453

Als eine Ursache für diese Schwierigkeiten ist die mangelhafte Umsetzung des Prinzips der Standardisierung in der Gestaltung gewachsener Materialflussstrukturen identifiziert:

»Die Standardisierung umfasst - zunächst losgelöst von spezifischen Betrachtungskontexten - alle Formen der Vereinheitlichung von Objekten.« [9] S. 524 Für die Logistik von besonderer Relevanz ist die Prozessstandardisierung, genauer die Standardisierung im Hinblick auf die Leistungserstellungsprozesse. [9] S. 524 Des Weiteren wird ein Prozessstandard als eine nach aktuellem Kenntnisstand bestmögliche Ausführungsvorschrift verstanden. [10] S. 66 Der vorliegende Beitrag fokussiert demnach unternehmensinterne Standards (Best Practices) zur Gestaltung der funktionalen und organisatorischen Komponente der Materialflussstruktur.

Zur Beschreibung eines Materialflusssystemes können nach Pawellek ([11], S.58-59) eine

- funktionale,
- organisatorische,
- räumliche und
- zeitliche Komponente herangezogen werden.

In Bezug auf die Problemstellung fokussiert die entwickelte Methode die Prozess- und Strukturgestaltung. Diese wird wesentlich von der funktionalen und organisatorischen Komponente der Materialflussstruktur be-

einflusst, dementsprechend konzentriert sich die entwickelte Methode auf diese zwei Bestandteile. Die funktionale Komponente betrachtet die technisch-organisatorische Realisierung des Materialflusses. Darunter sind vor allem die bei Transport und Lagerung zur Anwendung kommenden Methoden zu verstehen. Beispielsweise verweisen die Prozessstandards auf die zu nutzenden Lagerstufen und -typen. Ebenfalls wird die organisatorische Komponente berücksichtigt, welche die betrachteten Funktionen des Materialflusses und die Abhängigkeiten zu Verantwortungsbereichen zusammenfasst. Dabei wird eine Verbindung zwischen Ablauf- und Aufbauorganisation hergestellt, indem den einzelnen Materialflussfunktionen (z.B. Lagerstufen und -typen) die verantwortlichen Stellen zugeteilt werden. [11] S. 58-59 Die Beschreibungen des zeitlichen Verhaltens (zeitliche Komponente) und der räumlichen Anordnung (räumliche Komponente) sind nicht Bestandteil der Standards, werden jedoch durch die Prozess- und Strukturgestaltung grundlegend beeinflusst. Beispiele hierfür sind die Auswirkungen der Prozess- und Strukturgestaltung auf die Materialflussteuerung und Layout-Planung. [6] S. 284, [12] S. 62-65

Die unzureichende Implementierung der Prozessstandardisierung in der Materialflussgestaltung hat weitreichende Auswirkungen:

Der bei fehlenden Standards unbeschränkte Lösungsraum erzeugt bei der Materialflussgestaltung eine hohe Anzahl an Prozessvarianten. Außerdem erfolgt die Formalisierung und Visualisierung der Prozesse ohne Standardisierung unzureichend. Diese Aspekte führen insgesamt zu einer hohen Logistikkomplexität und Intransparenz im Rahmen gewachsener Materialflussstrukturen. [13] S. 368, [14] S. 68-69, [15] S. 53-60, [7] S. 83

Durch das Defizit an Standards kann im Rahmen der Materialflussplanung nicht auf Best Practices zurückgegriffen werden. Zudem fehlen "Leitplanken" im Sinne von Orientierungshilfen bei der Lösungsfindung. In Verbindung mit einer niedrigen operativen Planungsqualität in Bezug auf das Gesamtoptimum, führt die fehlende Bereitstellung von Standardlösungen zu einem unsystematischen Planungsvorgehen. Ein Beispiel hierfür ist die lokale Optimierung von Lagerstrukturen ohne die Berücksichtigung der gesamten unterneh-

mensinternen Wertschöpfungskette. [7] S. 66-68, [16] S. 315, [4] S. 251-252, [8] S. 1004

Schließlich führen fehlende Standards bei den Materialflussstrukturen zu einem hohen Aufwand im eigentlichen Planungsprozess. Das Wissen zur Materialflussgestaltung liegt häufig als implizites Erfahrungswissen weniger Mitarbeiter vor. Dies führt zu persönlichen Rückfragen und folglich auch einem hohen Koordinationsaufwand. Darüber hinaus wird im Rahmen von Planungsrunden häufig improvisiert und das "Rad neu erfunden", da aufgrund der fehlenden Standardisierung die bereits erarbeiteten Lösungen nicht direkt verfügbar sind oder nur ineffizient genutzt werden können. [4] S. 453, [16] S. 315, [7] S. 68, [17] S. 39-40

2 Spannungsfeld zwischen Standardisierung und Flexibilisierung

Bei der Implementierung der Prozessstandardisierung in der Gestaltung der Materialflussstrukturen ist das Spannungsfeld zwischen Standardisierungsmaßnahmen und Flexibilisierungsanstrengungen im Rahmen Ganzheitlicher Produktionssysteme (GPS) zu beachten. Einerseits gilt die übergreifende Prozessstandardisierung als ein Hauptansatz für moderne Produktionssysteme und somit auch für die Material- und Informationsflüsse der Produktionslogistik [7] S. 66-75, [8] S. 1004. Andererseits sind Prozesse dezentral zu optimieren und anzupassen, um beispielsweise spezifische Problemstellungen zu lösen. Deshalb gilt es das Prinzip einer "flexiblen Prozessstandardisierung" zu realisieren. Die Herausforderung liegt deshalb darin, einen optimalen Trade-off zwischen der zentralen Vorgabe von Materialflussstandards sowie einer dezentralen Materialflussgestaltung und -optimierung zu erreichen. [8] S. 1004, [18] S. 113

3 Standardisierung auf Basis konfigurierbarer Referenzprozessmodelle

In Bezug auf die beschriebene Problemstellung der fehlenden Prozessstandardisierung in der Materialflussplanung sowie dem Spannungsfeld zwischen Standardisierung und Flexibilisierung wurde eine Methode zur Materialflussstandardisierung entwickelt. Die Basis hierfür bilden konfigurierbare Referenzprozessmodelle.

«Konfigurierbare Referenzmodelle enthalten Regeln, die festlegen, wie die Modelle in Abhängigkeit anwendungskontextspezifischer gewählter Ausprägungen von Parametern – so genannten Konfigurationsparametern – zu verändern sind.» [19] S. 6 Somit wird aus einem Gesamtmodell durch Konfiguration ein spezifisches Modell abgeleitet, bei welchem die für den Anwendungsfall irrelevanten Bestandteile des Ausgangsmodells ausgeblendet sind (Abbildung 1).

Dementsprechend erfolgt im Rahmen der entwickelten Planungsmethode die teilespezifische Gestaltung des Materialflusses in Abhängigkeit von den Teileeigenschaften. Der dafür notwendige Adaptionsmechanismus basiert auf Konfigurationstermen und -parametern. [19] S.68 Dieser Mechanismus ermöglicht aus einer zu definierenden Menge an Materialflussvarianten die spezifisch geeignete Materialflussstruktur auszuwählen. Dazu gilt es die Menge an verfügbaren Materialflussvarianten unternehmensspezifisch in Form von semi-formalen Referenzprozessmodellen zu konstruieren und bereitzustellen. Zudem sind die Konfigurationsparameter, deren Ausprägungen und die Konfigurationsregeln (Konfigurationsregeln) für die teilespezifische Ableitung einer Materialflussstruktur festzulegen.

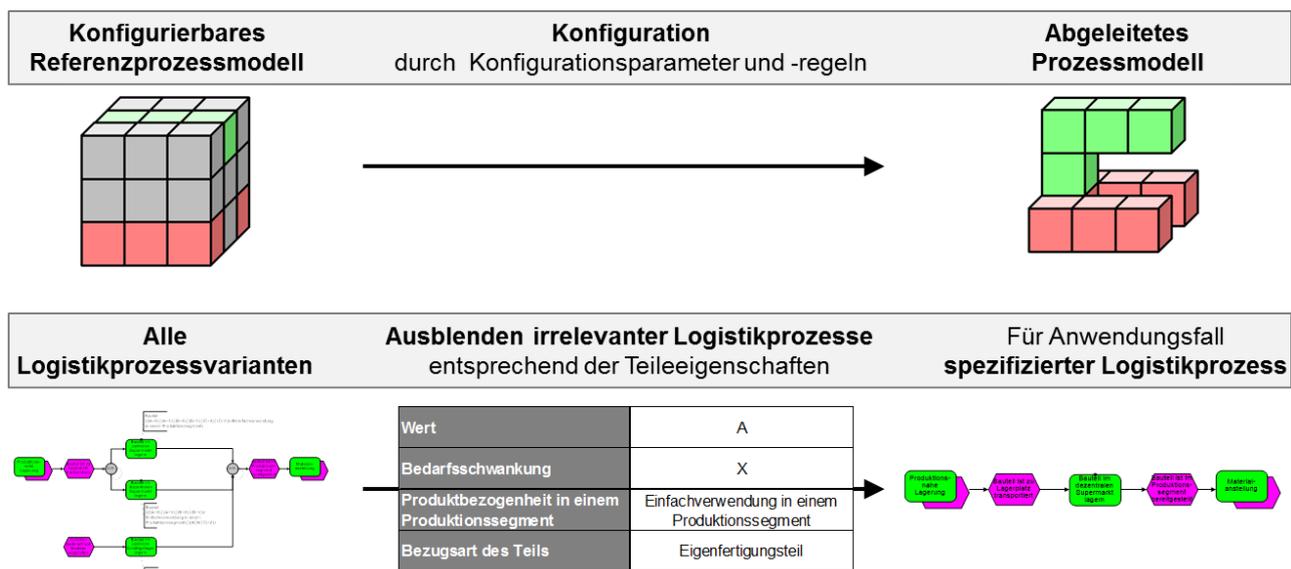


Abbildung 1: Konfiguration der logistischen Referenzprozessmodelle (eigene Darstellung, in Anlehnung an [1] S. 262)

Demnach ist die Konstruktion der konfigurierbaren Referenzprozessmodelle gleichzusetzen mit der Definition von unternehmensinternen und teilespezifisch anpassbaren Standardlösungen (Best Practices) für den Materialfluss.

In Bezug auf die Problemstellung ist das Ziel der entwickelten Methode, die effiziente und systematische Implementierung der Standardisierung in gewachsenen Materialflussstrukturen.

Diese Zielstellung und der optimale Trade-off zwischen der zentralen Vorgabe von Materialflussstandards sowie einer dezentralen Materialflussgestaltung und -optimierung werden durch die Realisierung folgender Methodenbestandteile erreicht:

- Organisatorische Verankerung der Prozessstandardisierung über ein Aufgabenebenen-Modell
- Teilespezifische Anpassbarkeit und effiziente Verfügbarkeit der Materialflussstandards anhand eines Assistenzsystems
- Kontinuierliche Verbesserung der Materialflussstandards durch einen zielgerichteten Kommunikationszyklus und klare Schnittstellen

Die einzelnen Methodenbestandteile sind im Folgenden genauer erläutert.

3.1 Aufgabenebenen in der Materialflussstandardisierung

Die Logistikplanungsaufgaben im Rahmen der Standardisierung der Materialflussstruktur sind auf der strategischen, taktischen und operativen Ebene klar definiert. [18] S. 115-116 Dabei werden die strategischen Vorgaben und Anforderungen an die Logistikleistung systematisch über die zentrale taktische Planung in die dezentrale operative Prozessimplementierung überführt. Die beschriebene Planungsmethode fokussiert die Zusammenarbeit und Aufgaben der taktischen und operativen Planungsebene (Abbildung 2).

Aufgabe der strategischen Logistikplanung ist die Vorgabe von grundlegenden logistischen Rahmenbedingungen durch beispielsweise Standortentscheidungen und umfangreiche Investitionsentscheidungen. Zudem sind die Ziele des Logistiksystems festzulegen. Diese Aufgabe obliegt der Unternehmens- und Logistikleitung.

Die Überführung der Ziele des Logistiksystems sowie Kunden- und Normanforderungen in Materialflussstandards ist Aufgabe der taktischen Planung. Bei der Konstruktion von Materialflussstandards in Form konfigurierbarer Referenzprozessmodelle gilt es sowohl wirtschaftliche als auch technische Aspekte im Rahmen der Logistikabläufe zu berücksichtigen. Hierbei sind auch die Prinzipien des zugrundeliegenden Produktionssystems zu beachten.

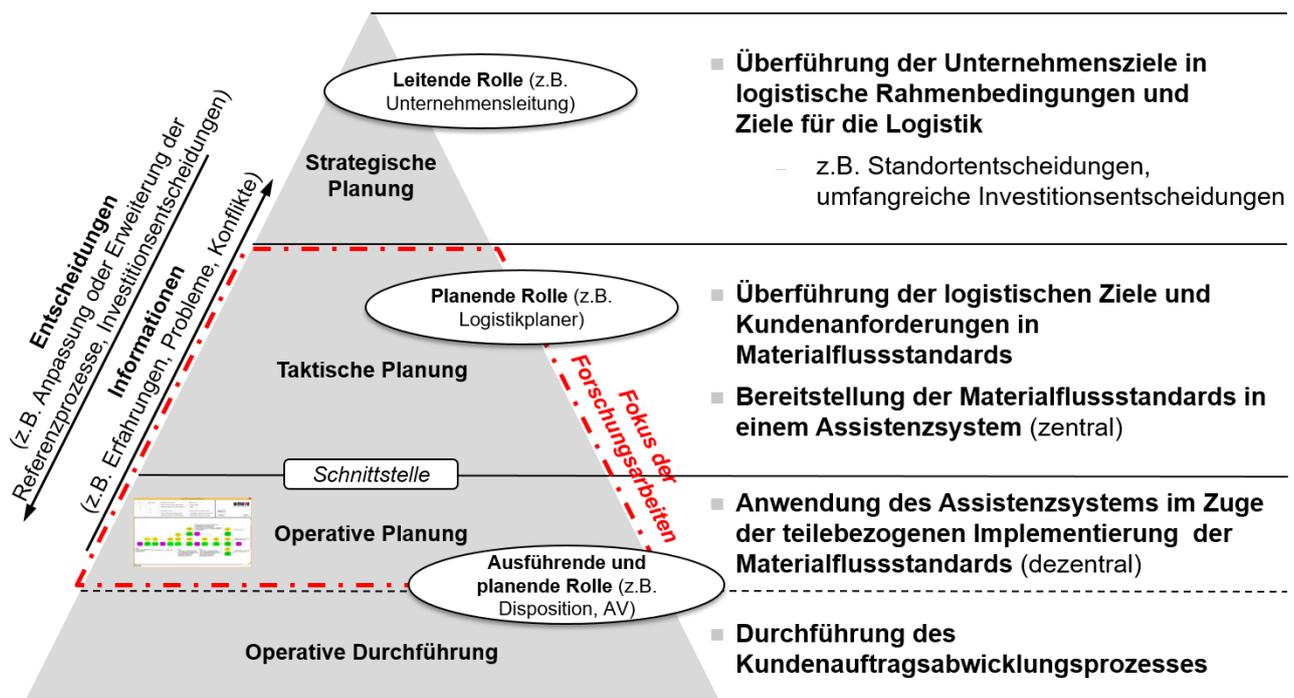


Abbildung 2: Aufgabenebenen bei der Standardisierung von Materialflussstrukturen (eigene Darstellung, in Anlehnung an [2] S. 26-27, 50-54, [3] S. 212-219)

Ziel ist es, durch eine funktionsübergreifende Zusammenarbeit unter Führung der taktischen Logistikplanung die Materialflussstandards im Sinne des Gesamtoptimums zentral zu entwickeln und in einem Assistenzsystem dezentral bereitzustellen (vgl. Kapitel 3.2). Ebenso ist es Aufgabe der taktischen Planung, die teilespezifische Auswahl der optimalen Materialflussstruktur durch die Definition geeigneter Entscheidungsparameter und -regeln (Konfigurationsparameter und -terme) zu ermöglichen. Verantwortlich für die Definition und Bereitstellung der Materialflussstandards sind zentrale und teileübergreifende Logistikplaner.

Im Gegensatz dazu ist die teilebezogene Materialflussplanung Aufgabe der operativen Planung. Im Rahmen eines "plan-for-every-part"-Ansatzes sind die Eigenschaften je Teil dezentral festzustellen und der dementsprechend geeignete Materialflussstandard mit Unterstützung des Assistenzsystems abzuleiten und zu implementieren. [20] S. 15-22

Zur Implementierung des Standards zählen unter anderem die Definition der Logistikstammdaten im PPS-System und den Arbeitsplänen, sowie die physische Anpassung des Logistiksystems (durch beispielsweise Lagerplatzbeschriftungen) entsprechend dem konfigurierten Materialflussstandard. Die operative Planung erfolgt dezentral durch die Disposition und Arbeitsvorbereitung.

Mit Abschluss der teilebezogenen Implementierung der Materialflussstandards durch die operative Planung kann die operative Durchführung von Kundenauftragsabwicklungsprozessen erfolgen.

Insgesamt sind somit die Aufgaben und Rollen im Rahmen der Standardisierung von Materialflussstrukturen klar definiert. Demzufolge wird die systematische Ableitung und Implementierung von Standards unter Berücksichtigung strategischer Rahmenbedingungen erreicht.

3.2 Assistenzsystem für operative Materialflussplaner

Die Definition teileübergreifender Materialflussstandards erfolgt zentral durch die taktische Planung (vgl. Kapitel 3.1). Diese Standards sind nun effizient für die teilespezifische Planung im Rahmen des "plan-for-every-part"-Vorgehens bereitzustellen. Dazu dient ein Software-Tool, welches die Ableitung der teilespezifisch optimalen Materialflussstruktur unterstützt. Dieses Assistenzsystem ermöglicht die Eingabe der festgestellten Teileigenschaften, woraufhin dem Anwender (operativer Planer) der situativ geeignete Materialflussstandard (Best Practice) ausgegeben wird (Abbildung 3).

Somit wird durch ein Software-Tool die dezentrale Bereitstellung der konfigurierbaren Materialflussstandards für die operative Planung effizient sichergestellt.

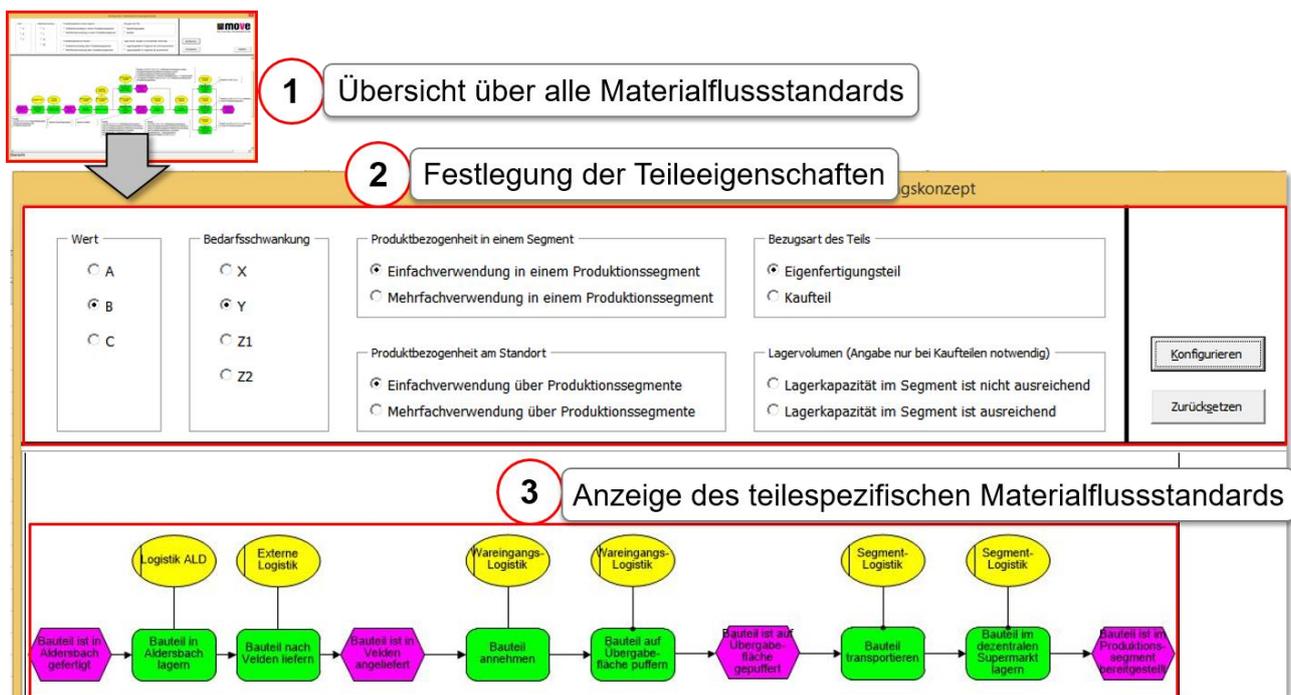


Abbildung 3: Assistenzsystem zur Konfiguration und Veranschaulichung der Materialflussstandards (eigene Darstellung)

Das Assistenzsystem unterstützt zudem die Realisierung einer "flexiblen Prozessstandardisierung". Die Materialflusststandards sind zentral, im Sinne des logistischen Gesamtoptimums, festgelegt und gleichzeitig an Teileeigenschaften durch den Konfigurationsmechanismus gebunden. Dies ermöglicht die dezentrale Konfiguration und demnach die situative Anpassung der Materialflusststandards durch das Assistenzsystem. In Folge dessen wird die Logistikkomplexität für die operative Planung über Standards begrenzt, ohne dabei die fallspezifischen Rahmenbedingungen zu vernachlässigen.

3.3 Kommunikationszyklus

Damit ein optimaler Trade-off zwischen der zentralen Vorgabe von Materialflusststandards und einer dezentralen Materialflussgestaltung und -optimierung erreicht werden kann, ist eine gezielte Kommunikation zwischen den Aufgabenebenen im Rahmen der Standardisierung notwendig. Dabei sind im Zuge der Implementierung der Materialflusststandards, Probleme und Verbesserungsvorschläge über einzuführende Kommunikationszyklen weiterzugeben. Dies erfolgt je nach Reichweite der Thematik, beginnend am Shopfloor bis hin zur obersten strategischen Planungsebene. Dementsprechend sind Entscheidungen auch über die Ebenen hinab zu kommunizieren (Abbildung 2).

Erweist sich beispielsweise im Falle unberücksichtigter Rahmenbedingungen, ein Materialflusststandard in der operativen Durchführung als ungeeignet, so sind diese Information an die taktische Planung zu übermitteln. Dort wird über die grundsätzliche Anpassung des betroffenen Standards entschieden. Die getroffene Entscheidung ist an alle betroffenen Mitarbeiter zu kommunizieren und im Assistenzsystem anzupassen.

Folglich ist ein klarer Informationsfluss sichergestellt. Der beschriebene Austausch von Informationen und Entscheidungen ermöglicht die kontinuierliche Anpassung und Verbesserung der Materialflusststandards im Sinne einer "flexiblen Standardisierung". [21] S. 17

Darüber hinaus reduziert die gezielte Kommunikation den Abstimmungsaufwand zwischen zentraler taktischer Planung und dezentraler operativer Planung. Ermöglicht wird dies durch das Assistenzsystem, welches einen Großteil des nötigen Informationsflusses im Rahmen der Materialflussplanung realisiert. Folglich konzentriert sich die Kommunikation zwischen den zwei Planungsebenen auf Ausnahmefälle und Verbesserungspotenziale.

4 Ergebnisse der praktischen Durchführung

Die Standardisierung gewachsener Strukturen anhand der entwickelten Methode erfolgte in den Materialversorgungsabläufen eines Montagesegments der Bahn-

komponentenproduktion. Die praktische Anwendung brachte folgende Erkenntnisse:

Die Materialversorgungsstruktur des betrachteten Montagesegments kennzeichnete sich durch eine hohe Logistikkomplexität aufgrund einer hohen Anzahl an Prozessvarianten für die Materialversorgung sowie fehlender Transparenz über bestehende Materialflüsse. Auch lag das Wissen über die funktionale und organisatorische Materialflussgestaltung nur in impliziter Form bei einzelnen erfahrenen Mitarbeitern vor. Des Weiteren gab es in der Vergangenheit für die rund 4.000 bestehenden Artikelnummern im beschriebenen Montagesegment keine Richtlinien zur Gestaltung von Materialflusslösungen. All dies führte zu einer stetigen Erhöhung der Anzahl an Prozessvarianten für den Materialnachschub.

Die teilebezogene operative Planung des Materialflusses erfolgte dezentral unter Beteiligung eines übergreifenden Logistikplaners sowie der dem Montagesegment zugeordneten Arbeitsvorbereitung und Disposition. Im Zuge dessen wurde häufig das "Rad neu erfunden", da es an effizient verfügbaren Best Practices fehlte und für die individuellen Planungsfälle vermeintlich keine geeignete Lösung im Unternehmen existierte. Infolgedessen ergab sich im Zuge einer Vielzahl an dezentraler Planungsrunden für jede betrachtete Artikelnummer ein hoher Koordinationsaufwand. Dies hatte eine teilespezifische Planungszeit von mehreren Tagen zur Folge.

Die Implementierung der Standardisierung erfolgte anhand der beschriebenen Aufgabenebenen und des entwickelten Assistenzsystems. Insgesamt wurde dabei die Anzahl der Prozessvarianten in der Materialversorgung des Montagesegments um 40 Prozent gesenkt. Darüber hinaus stellt das Assistenzsystem die Materialflusststandards effizient, formalisiert und teilespezifisch anpassbar für die operative Planung bereit.

Die operative Planung nutzt das Assistenzsystem im Rahmen eines "plan-for-every-part"-Ansatzes. Dabei wird der Materialfluss jedes im Montagesegment benötigten Teils durch Zuordnung der geeigneten Materialflussstruktur standardisiert und festgelegt. [22] S. 283 Das Assistenzsystem unterstützt diese teilespezifische Zuordnung anhand der Darstellung des jeweils situativ geeigneten Materialflusses nach Eingabe der festgestellten Teileeigenschaften.

Im vorliegenden Praxisbeispiel kann durch den Einsatz des Assistenzsystems die Anzahl der Beteiligten auf die Disposition beschränkt werden, da in der Vergangenheit notwendige Abstimmungs- und Planungsrunden mit der übergreifenden taktischen Logistikplanung entfallen. Die teilebezogene Abstimmung in der operativen Planung bleibt größtenteils aus, da übergreifende Materialflusststandards von der zentralen taktischen Planung im Vorfeld definiert und über das Assistenzsystem direkt

verfügbar sind. Rücksprachen mit der taktischen Logistikplanung erfolgen dabei nur noch bei auftretenden Schwierigkeiten, beispielsweise aufgrund unberücksichtigter Rahmenbedingungen bei der Definition der Standards. Durch den Einsatz des Assistenzsystems kann die Planungszeit für die teilebezogene Festlegung und Standardisierung der Materialflussstruktur, von bisher mehreren Tagen, in der Regel auf wenige Minuten, reduziert werden.

5 Fazit

Ziel der entwickelten Methode ist die systematische und effiziente Implementierung von Materialflussstandards in gewachsenen Strukturen unter Berücksichtigung des Spannungsfeldes zwischen Standardisierungsmaßnahmen und Flexibilisierungsanstrengungen. Die praktische Durchführung belegt, dass diese Zielstellung durch die beschriebenen Methodenbestandteile erreicht wird.

Die entwickelte Methode ermöglicht die funktionale und organisatorische Komponente des Materialflusses in Form von Best-Practices dem operativen Planer durch ein Assistenzsystem effizient bereitzustellen. Basis hierfür sind konfigurierbare Referenzprozessmodelle. Gleichzeitig erfolgt die Weiterentwicklung der festgelegten Standards durch die klare Kommunikation zwischen taktischer und operativer Ebene bei auftretenden Problemen und Optimierungspotenzialen.

6 Literatur

- [1] Vom Brocke, J.: Referenzmodellierung. Gestaltung und Verteilung von Konstruktionsprozessen. Berlin 2003.
- [2] Schneider, M.: Logistikplanung in der Automobilindustrie. Wiesbaden 2008.
- [3] Binner, H. F.: Unternehmensübergreifendes Logistikmanagement. München, Wien 2002.
- [4] Wiendahl, H.-P.: Betriebsorganisation für Ingenieure, 8., überarbeitete Aufl. München 2014.
- [5] Wiendahl, H.-P.; Nyhuis, P.; Reichardt, J.: Handbuch Fabrikplanung. Konzept, Gestaltung und Umsetzung wandlungsfähiger Produktionsstätten, 2., überarb. und erw. Aufl. München [u.a.] 2014.
- [6] Erlach, K.: Wertstromdesign. Der Weg zur schlanken Fabrik, 2., bearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg 2010.
- [7] Dombrowski, U.; Mielke, T.: Ganzheitliche Produktionssysteme. Aktueller Stand und zukünftige Entwicklungen. Berlin, Heidelberg 2015.
- [8] Binner, H. F.: Handbuch der prozessorientierten Arbeitsorganisation. Methoden und Werkzeuge zur Umsetzung, 4. Aufl. München 2010.
- [9] Klaus, P.; Krieger, W.; Krupp, M.: Gabler Lexikon Logistik. Management logistischer Netzwerke und Flüsse, 5. Aufl. 2012. Wiesbaden 2012.
- [10] Spath, D.: Ganzheitlich produzieren. Innovative Organisation und Führung. Stuttgart 2003.
- [11] Pawellek, G.: Produktionslogistik. Planung - Steuerung - Controlling : mit 42 Übungsfragen. München 2007.
- [12] Schneider, M.; Ettl, M.: Lean Factory Design. Ganzheitliche Fabrikgestaltung und -betrieb nach Lean-Kriterien. In: ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 107 (2012) 1-2, S. 61–66.
- [13] Wiendahl, H.-P.; Klepsch, B.: Komplementäre Produkt- und Fabrikmodularisierung als Ansatz zur Komplexitätsbewältigung. In: ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 101 (2006) 6, S. 367–73.
- [14] Klug, F.: Logistikmanagement in der Automobilindustrie. Berlin, Heidelberg 2010.
- [15] Wildemann, H.: Komplexitätsmanagement. In Vertrieb, Beschaffung, Produkt, Entwicklung und Produktion, 9. Aufl. München 2008.
- [16] Tregear, R.: Business Process Standardization. In: Vom Brocke, J.; Rosemann, M. (Hrsg.): Handbook on business process management 2. Strategic alignment, governance, people and culture. Berlin, London 2010.
- [17] Boppert, J.: Entwicklung eines wissensorientierten Konzepts zur adaptiven Logistikplanung. München 2008.
- [18] Schubel, A.; Schneider, M.; Seel, C.: Flexible Prozessstandardisierung. Produktionslogistikgestaltung auf Basis konfigurierbarer Referenzprozessmodelle. In: ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 111 (2016) 3, S. 113–17.
- [19] Delfmann, P.: Adaptive Referenzmodellierung. Methodische Konzepte zur Konstruktion und Anwendung wiederverwendungsorientierter Informationsmodelle. Berlin 2006.
- [20] Harris, R.; Harris, C.; Wilson, E.: Making materials flow. A lean material-handling guide for operations, production-control, and engineering professionals. Brookline, MA 2003.
- [21] Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V. (Hrsg.): Lernen von den Weltbesten. Exzellente Unternehmen in Japan und China. Berlin, Heidelberg 2015.
- [22] Günthner, W. A.; Boppert, J. (Hrsg.): Lean Logistics. Methodisches Vorgehen und praktische Anwendung in der Automobilindustrie. Berlin, Heidelberg 2013.