

Lean Factory Design

Das Landshuter Produktionssystem (LPS): Clean Production – Teil 3

Markus Schneider, Michael Ettl, Stefan Kaspar und
Nicolas von Stülpnagel, Hochschule Landshut

Prof. Dr. Markus Schneider ist Professor für Logistik, Material- und Fertigungswirtschaft sowie Gründer und Leiter des Kompetenzzentrums PuLL® (Produktion und Logistik Landshut) an der Hochschule Landshut.

Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Michael Ettl ist als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Hochschule Landshut tätig und ist dort Projektleiter für das Verbundprojekt LOS1.

M. Eng. Stefan Kaspar arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Kompetenzzentrum PuLL® der Hochschule Landshut.

B. Eng. Nicolas von Stülpnagel ist studentischer Mitarbeiter am Kompetenzzentrum PuLL®. Zudem absolviert er an der Hochschule Landshut ein Master-Studium in Wirtschaftsingenieurwesen.

Eine aktuelle Studie zu den Einsatzpotenzialen und Handlungsbedarfen im Rahmen von Fabrikplanungsprojekten zeigt sehr deutlich auf, dass bestehende Vorgehensmodelle den Anforderungen an Dynamik und Komplexitätsbewältigung nicht gewachsen sind [1]. Aus diesem Grund entwickelt die Hochschule Landshut seit einiger Zeit im Rahmen des Landshuter Produktionssystems (LPS): Clean Production – Lean & Clean eine neue Fabrikplanungsmethodik. Diese ermöglicht es erstmalig, die Fabrikstrukturen im Zusammenhang mit der Planung und

Steuerung von Anfang an nach Lean-Kriterien zu gestalten, und wird aufgrund eines agilen Vorgehensmodells auch den genannten Anforderungen gerecht.

Das Landshuter Produktionssystem (LPS): Clean Production – Lean & Clean beschreibt in Form eines Referenz-Produktionssystems das Lean-Produktion-Konzept und verdeutlicht dabei die Zusammenhänge zwischen Unternehmenszielen, Prinzipien, Methoden sowie der Planung und Steuerung des Fabrikbetriebs im Rahmen der operativen Leistungserstellung (Bild 1). Die einzelnen Inhalte werden in der vorliegenden Fachzeitschrift als Veröffentlichungsreihe publiziert.

In Teil 1 der Reihe wurden bereits das Grundkonzept des LPS sowie die Systematisierung der Lean-Prinzipien auf der Ordnungsebene und dessen Zusammenhang mit den Zielen in der Werteebene erläutert [2]. Teil 2 hat die Anforderungen an Systeme zur Planung und Steuerung im Bereich der operativen Leistungserstellung aufgezeigt [3]. Der vorliegende dritte Teil schließt die Lücke zwischen der Prinzipienebene und der operativen Leistungserstellung. Mithilfe der Methode Lean Factory Design wird eine Vorgehensweise aufgezeigt, die es ermöglicht, von Anfang an die Fabrikstrukturen im Zusammenhang mit der Planung und Steuerung nach Lean-Kriterien zu gestalten.

Der Bedarf für die Entwicklung einer zu Lean passenden Fabrikplanungsmethode beruht auf der Erkenntnis,

dass die bestehenden Vorgehensmodelle zu starr sind, um der Dynamik bei den Planungsanforderungen sowie der Komplexität von Produktionssystemen gerecht zu werden. Sie führen den Planer in vielen Fällen sogar systematisch zu Ergebnissen, die kontraproduktiv zu den Gedanken einer Lean Production sind.

Grundlagen Fabrikplanung

In der Literatur existiert eine Vielzahl von Vorgehensmodellen zur Fabrikplanung [4]. Aufgrund der Ähnlichkeit wurden die Ansätze in der Fabrikplanungsrichtlinie VDI 5200 zusammengefasst. Die Fabrikplanungsrichtlinie enthält ein allgemeingültiges Phasenmodell. Es besteht insgesamt aus sieben sequenziell zu durchlaufenden Phasen. Zu diesen Phasen zählen die Zielfestlegung, Grundlagenermittlung, Konzeptplanung, Detailplanung, Realisierungsvorbereitung, Realisierungsüberwachung, Hochlaufbetreuung und der Projektabschluss [5]. Dieses Modell steht in der folgenden Betrachtung stellvertretend für die klassischen Ansätze zur Fabrikplanung. Die Ansätze sind einerseits sehr starr und beschränken andererseits ihre Betrachtung auf die Gestaltung der Fabrikstruktur, ohne dabei wichtige Aspekte der Lenkung zu berücksichtigen.

Kritik

An vielen Stellen wirken die bestehenden Vorgehensweisen zur Fabrik-

Kontakt

Hochschule Landshut
Kompetenzzentrum PuLL (Produktion und
Logistik Landshut)
Am Lurzenhof 1
84036 Landshut
Tel.: +49 871 / 506 622
E-Mail: info@p-u-l-l.de
URL: <http://www.p-u-l-l.de>

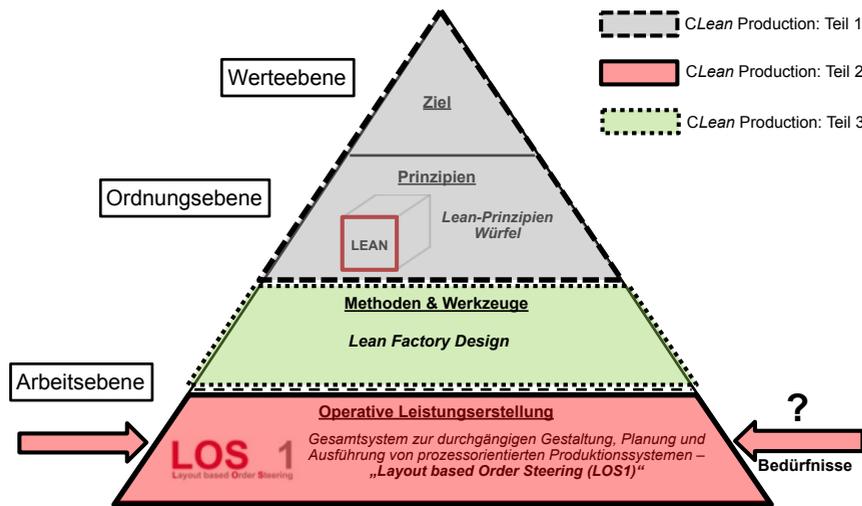


Bild 1: Das Landshuter Produktionssystem (LPS): CLean Production – Lean & Clean.

planung damit den Gedanken einer Lean Production entgegen. Einzelne Methoden, wie beispielsweise die Funktionsbestimmung als Teil der Konzeptplanung, führen systematisch zu einer Werkstattfertigung, wohingegen bei Lean die Fließfertigung aufgrund ihrer stabilen und kurzen Durchlaufzeiten sowie des geringen Steuerungsaufwands im Fokus steht [6]. Darüber hinaus wird die sequenzielle Abfolge der einzelnen Planungsphasen nicht der Dynamik von Planungsanforderungen im Laufe eines Fabrikplanungsprojekts gerecht. Die gegenseitige Abhängigkeit von Planungsergebnissen, unsichere Informationen zu Beginn des Projekts und Änderungen, die auf den Erkenntnisgewinn während des Projektfortschritts zurückzuführen sind, können zu Beginn nicht genau determiniert werden, wie es sequenzielle Vorgehensmodelle erfordern. Außerdem blenden die klassischen Fabrikplanungsmethoden den Zusammenhang zwischen der Strukturgestaltung und der Steuerbarkeit des Produktionssystems konsequent aus – ein Grund, warum in den Unternehmen meistens eine Vielzahl an Mitarbeitern mit der detaillierten Planung und Steuerung der Produktion beschäftigt ist. Dieser hohe Aufwand kann nur durch die synchrone Betrachtung von Strukturgestaltung und Lenkungssystem reduziert werden.

Sequenzielle Vorgehensmodelle

Die Vorgehensweise bei der klassischen Fabrikplanung, wie sie in der Fabrikplanungsrichtlinie VDI 5200 definiert ist, wird im Projektmanagement auch als Wasserfallmodell bezeichnet. Diese Modelle gehören der Gruppe der sequenziellen Vorgehensmodelle an. Vorgehensmodelle dieser Familie ordnen die zu erfüllenden Aufgaben oder Aktivitäten einzelnen Phasen zu, die direkt hintereinander abgearbeitet werden. Der Übergang von einer Phase zur nächsten erfordert, dass die vorherige Phase vollständig abgeschlossen ist [7]. Die Verwendung eines solchen Modells setzt jedoch voraus, dass die Anforderungen an das zu entwickelnde System stabil sind. „Ergeben sich häufig Änderungen bezüglich der Anforderungen, führt dies im schlimmsten Fall dazu, dass die Analysephase niemals verlassen wird. Treten Anforderungsänderungen nach Beendigung der Analysephase auf, müssen alle bereits fertiggestellten Ergebnisse überarbeitet werden.“ [8] Aufgrund des steigenden Erkenntnisgewinns im Projektfortschritt ist dies die gängige Praxis.

Die sequenzielle Abarbeitung der Inhalte, über die einzelnen Planungsphasen hinweg, führt deshalb in der Praxis zu Komplikationen und zu

einer Verzögerung im Projektfortschritt. Die auftretenden Hindernisse wurden sowohl bei zahlreichen Praxisprojekten als auch im Rahmen des Praktikums „Lean Factory Design“, das Bestandteil des berufsbegleitenden Masterstudiengangs „Prozessmanagement und Ressourceneffizienz“ an der Hochschule Landshut ist, beobachtet. Die Studierenden haben dabei die Aufgabe, eigenständig eine Fabrik zu planen. Es erfolgt dazu eine Aufteilung in verschiedene Gruppen (funktionale Organisationsstruktur), denen jeweils andere Aufgabenbereiche zugeordnet sind. Die klassische, sequenzielle Abarbeitung der Planungsphasen führt besonders zu Beginn der Planung zu großen Verzögerungen und Missverständnissen. Als besondere Schwierigkeit kann dabei der Umgang mit unsicheren Informationen identifiziert werden. Erst nachdem ein erster Layoutentwurf einen Beitrag zur Visualisierung und Systematisierung der Planungsaufgaben leistet, nimmt die Planung der Fabrik an Fahrt auf. Wird jede Phase jedoch streng sequenziell abgearbeitet, so existieren erst im fortgeschrittenen Projektstadium die ersten Layoutvorschläge. Dieses Problem kann nur gelöst werden, indem Annahmen gesetzt und/oder Referenzmodelle, wie zum Beispiel Referenz-Wertströme oder Referenz-Layouts, genutzt werden. Neben den laufend veränderten Anforderungen erschweren die gegenseitigen Abhängigkeiten von Planungsergebnissen sowie unsichere Informationen – gerade in der frühen Phase der Fabrikplanung – die Vorgehensweise. Die klassischen Vorgehensweisen zur Fabrikplanung beschränken sich in diesem Zusammenhang auf die lose Zuordnung von Teilaufgaben zu den einzelnen Planungsphasen. In welcher Reihenfolge diese abzuarbeiten sind und in welcher Beziehung die Teilaufgaben untereinander stehen, bleibt für den Planer offen. Dies führt in der Praxis ebenso zu großen Problemen und Verzögerungen. Beispielsweise ist die Bestimmung des Takts eines Routenzugs (wie oft fährt das Fahrzeug je Zeiteinheit) abhängig vom Bestand, der an den jeweiligen Arbeitsplätzen

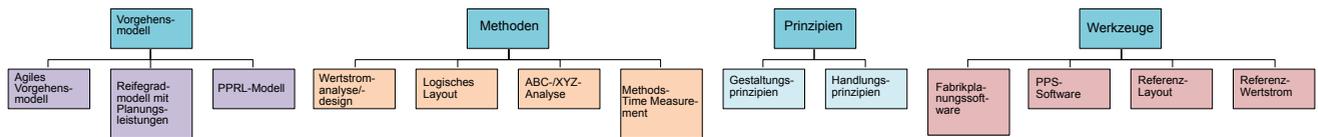


Bild 2: Inhalte Lean Factory Design.

vorgehalten wird. Umgekehrt wartet jedoch die Montageplanung mit der Festlegung der Höhe des Bestands auf die Information, in welchem Takt der Routenzug fährt. Die beiden Informationen bedingen sich gegenseitig. Dies erfordert die Entwicklung eines geeigneten Vorgehensmodells, das eine Reihenfolge für die Abarbeitung der Teilaufgaben vorgibt und dabei die gegenseitigen Abhängigkeiten berücksichtigt.

Die aufgezeigten Punkte verdeutlichen, dass die Aufgaben der Fabrikplanung nicht mit den klassischen Vorgehensmodellen, wie sie in der VDI 5200 zusammengefasst wurden, gelöst werden können.

Getrennte Betrachtung von Gestaltung und Lenkung

Ein weiteres, zentrales Problem bei den bestehenden Vorgehensweisen zur Fabrikplanung ist die getrennte Betrachtung der Gestaltung von Strukturen auf der einen Seite und deren Lenkung auf der anderen. Zur Erreichung des wichtigsten Ziels für ein Produktionssystem, einer hohen Termintreue, ist jedoch ein einfaches, überschaubares Lenkungssystem Voraussetzung. Die Komplexität des Lenkungssystems wiederum hängt direkt von der Komplexität der zu steuernden Ressourcenstruktur und der Prozesse ab. Dies wird bei den meisten bestehenden Planungsmethoden bisher völlig übersehen [6].

Ein Grund dafür ist die Unterteilung des Gesamtsystems in funktionale Einzelsysteme. Das Gesamtsystem wird beispielsweise in seine Einzelsysteme Montage, Fertigung, physische Logistik und PPS unterteilt. Die Gestaltung der Einzelsysteme erfolgt in der Regel separat voneinander, ohne dabei die direkten Abhängigkeiten in einem

ausreichenden Maße zu berücksichtigen. Dies erzeugt eine Vielzahl an Schnittstellen und wirkt sich deshalb negativ auf die Steuerbarkeit aus. Die funktionale Organisation hatte ihre Berechtigung in der eher stabilen Welt der Massenproduktion, ist aber für die Neugestaltung von Produkten und Prozessen eher ungeeignet. Die Ansätze des Simultaneous Engineering versuchen diesen Fehler zu beheben, indem Teams mit Vertretern aller funktionalen Einheiten gebildet werden. Aber erstens stellt dies nur eine Behandlung von Symptomen dar und zweitens führt dieser Ansatz in der Praxis zu ausufernden Teamgrößen und einer kaum zu beherrschenden Anzahl von Schnittstellen. Charakteristisch für ein (Teil-)System sollte vielmehr sein, dass innerhalb der Systemgrenze ein größeres (stärkeres, wichtigeres) Maß an Beziehung besteht und dies ist bei einer funktionalen Aufteilung keineswegs der Fall [9].

Die Lücke zwischen der Strukturgestaltung und der Lenkung der Systemkomponenten spiegelt sich auch bei der Betrachtung der eingesetzten Softwaresysteme wider. Die Fabrikplanungssysteme der Digitalen Fabrik beschränken sich ihrerseits auf die Entwicklung und den Aufbau der Fabrik, während die PPS-Systeme klassischerweise erst ab dem Anlauf der Produktion zum Einsatz kommen [10].

Für die Erreichung einer hohen Termintreue ist die isolierte Betrachtung der Gestaltung und Lenkung somit nicht zielführend. Erforderlich ist vielmehr die Abstimmung der Produkt- und Produktionsstruktur mit der Produktionsplanung und -steuerung [11]. Dazu wird im Rahmen von Lean Factory Design ein Modell eingeführt, das es ermöglicht, das Gesamtsystem in geeignete Subsysteme zu unterteilen.

Lean Factory Design

Lean Factory Design (LFD) kann in diesem Zusammenhang als eine Methode zur integrierten Gestaltung und Planung von Produkt, Prozess, Ressource (Fabrikstrukturen) und Lenkung nach Lean-Kriterien definiert werden. Mit dem zentralen Ziel, eine hohe Termintreue zu erreichen, fokussiert LFD auf die Steuerbarkeit des Produktionssystems [9]. Die Termintreue wird unter anderem in einer Studie zum Thema Industrie 4.0 als ein in Zukunft entscheidender Wettbewerbsfaktor gesehen [12]. Eine hohe Termintreue bei gleichzeitig hoher Qualität und vor allem gleichen Kosten ist jedoch nur mit einer Erhöhung der Steuerbarkeit möglich. Genau an diesem Punkt setzt Lean Factory Design an. Die Methode wurde empirisch auf der Basis von insgesamt sechs Praxisprojekten entwickelt. Die Unternehmen umfassen die Branchen Maschinen- und Anlagenbau, Elektrotechnik sowie Medizintechnik und decken von der Einzelfertigung bis zur Großserie eine große Bandbreite an Auftragsstypen ab. Trotz der bisherigen Beschränkung auf Um- und Erweiterungsplanungen wird angenommen, dass Lean Factory Design durch die Integration von Referenzmodellen auch bei Neuplanungen eingesetzt werden kann.

Die Methode umfasst ein Vorgehensmodell, integriert zu Lean passende Methoden und Werkzeuge zur Fabrikplanung und nutzt Gestaltungs- und Handlungsprinzipien aus dem LPS (Bild 2). Im Vergleich zu den zuvor beschriebenen Herangehensweisen wird hier ein agiles Vorgehensmodell gewählt, um den Anforderungen an die Dynamik gerecht zu werden. Zudem wird im Rahmen von LFD die Fabrik auf Basis des PPRL-Modells (Produkt

– Prozess – Ressource – Lenkung) in Subsysteme unterteilt. Auf diese Weise lässt sich die erhebliche Planungskomplexität bewältigen. Dem Nachteil von agilen Vorgehensmodellen, keinen klaren Orientierungsrahmen für die Reihenfolge zur Abarbeitung der Planungsinhalte vorzugeben, wird mit dem Entwurf eines Reifegradmodells begegnet. Außerdem werden erstmalig Referenz-Wertströme und Referenz-Layouts als Werkzeuge in den Fabrikplanungsprozess integriert. Sie bilden in der Regel den Startpunkt der Planung und liefern damit schnell eine gemeinsame Planungsgrundlage – ohne aufwendige Datensammlungen.

PPRL-Modell

Das PPRL-Modell basiert auf dem im Bereich der rechnergestützten Planung häufig verwendeten PPR-Modell (Produkt – Prozess – Ressource) [13]. Jedoch wurde es um den Aspekt der Lenkung erweitert. Erst diese erweiterte Betrachtung ermöglicht es, die in der Lenkung entstehende Komplexität bei der Gestaltung der Fabrikstrukturen zu erkennen. Ziel ist es dabei, die einzelnen Komponenten (PPRL) in Abhängigkeit der strategischen Vorgaben für das Subsystem so zu gestalten, dass die Komplexität in der Lenkung möglichst gering ist. In diesem Zusammenhang dient das PPRL-Modell der Unterteilung des Gesamtsystems Fabrik in so genannte Subsysteme [9]. Jedes Subsystem muss alle hier als relevant erachteten Komponenten eines Systems beinhalten: ein Produkt/eine Baugruppe, den zugehörigen Prozess, die Ressourcen im Sinne von Personen, Werkzeugen oder Maschinen, die auch entsprechend in einem Layout angeordnet werden müssen, und die Lenkung. Lenkung bedeutet, ein Produktionsprogramm nach bestimmten Losgrößen und Reihenfolgeregeln zu erstellen und die Produktion konkret freizugeben [9]. Als Beispiel für ein Subsystem kann ein Produktsegment genannt werden. Dieses Produktsegment ist dann vollständig, wenn dafür alle vier Komponenten – Produkt, Prozess, Ressource und Len-

kung – gestaltet sind. Die Gesamtheit aller Subsysteme entspricht dem Gesamtsystem der Fabrik. Die gleichzeitige und aufeinander abgestimmte Betrachtung von Produkt- und Produktionsstruktur sowie Produktionsplanung und -steuerung ist damit sichergestellt.

Reifegradmodell mit Planungsleistungen

Im Rahmen der Fabrikplanung durchlaufen die einzelnen Subsysteme verschiedene Reifegrade (Bild 3). Der jeweilige Reifegrad ist davon abhängig, inwieweit die Komponenten PPRL hinsichtlich der Kriterien einer Lean Production bereits gereift sind.

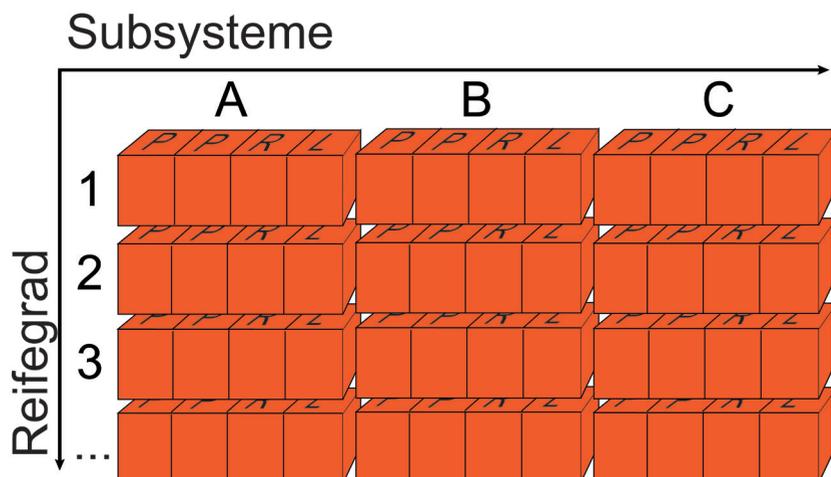
Da sich das Gesamtsystem aus den einzelnen Subsystemen zusammensetzt, bestimmt der Reifegrad eines Subsystems somit indirekt auch den Reifegrad des Gesamtsystems. Jedoch können die unterschiedlichen Subsysteme, je nach Erfordernis im Projekt, auch unterschiedliche Reifegrade annehmen. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn ein Unternehmen im Rahmen einer Neustrukturierung zuerst mit einem Leuchtturmprojekt startet. Wichtig dabei ist nur, dass stets alle Komponenten des Subsystems auf Basis des PPRL-Modells gleichzeitig betrachtet werden. Die Erkenntnisse des Leuchtturms sind ansonsten nicht aussagekräftig genug. Bedingt der Produktmix eines Unternehmens beispielsweise die Unterschei-

dung zwischen einer Auftragsfertigung und einer Lagerfertigung, so müssen für das betrachtete Subsystem, das eine reine Lagerfertigung verfolgt, auch der Prozess, die Ressourcen und die Lenkung auf die Erfordernisse des Produkts abgestimmt sein. In den Unternehmen ist jedoch sehr häufig zu erkennen, dass die Lenkung, unabhängig von den unterschiedlichen Erfordernissen der einzelnen Subsysteme, für alle gleich ist.

Als Orientierungsrahmen für eine ideale Abfolge der Gesamtheit an Planungsaufgaben im Fabrikplanungsprozess sind auf jeder Stufe des Reifegradmodells für alle vier Bestandteile des Subsystems (PPRL) konkrete Planungsleistungen definiert. Laut Seidlmeier benötigt (Input) und erzeugt (Output) ein Prozess Leistungen [14]. Die Abfolge der Planungsleistungen im Fabrikplanungsprozess – über die einzelnen Reifegrade hinweg – konnte mithilfe eines Input-Output-Modells bei mehreren Praxisprojekten empirisch ermittelt und getestet werden. Damit wird die Problemstellung von gegenseitigen Abhängigkeiten einzelner Planungsleistungen, wie bereits am Beispiel Routenzugplanung beschrieben, bewältigt.

Der Planer beginnt grundsätzlich im ersten Reifegrad. Handelt es sich um eine Umplanung und liegen bereits Planungsleistungen vor, so werden diese, nach erfolgter Prüfung, als bereits geleistet angenommen. Aufgrund dieses Vorgehens ist eine Ermittlung

Bild 3: Reifegradmodell.



des Planungsstands möglich und es kann in einem höheren Reifegrad mit der Durchführung der ersten Planungsleistungen begonnen werden. Bei einer Neuplanung ist die Vorgehensweise vergleichbar. Allerdings müsste der Planer vermehrt auf Referenzmodelle zurückgreifen. Die Definition der Planungsleistungen gibt stets einen Orientierungsrahmen, welche Informationen im jeweiligen Reifegrad Voraussetzung sind und an welcher Stelle des Reifegradmodells diese erarbeitet wurden. Es besteht damit die Möglichkeit, auf verfügbare Leistungen zurückzugreifen oder diese gezielt nachzuarbeiten. Damit können einzelne Lücken transparent und schnell erkannt werden, ohne dass die Planung von vorne beginnen muss, wie dies beim klassischen, sequenziellen Vorgehen erforderlich ist.

Planungsleistungen

Eine Vorstellung der zu erbringenden Planungsleistungen erfolgt exemplarisch am Reifegrad 1 (Bild 4). Zudem dient das Beispiel dazu, die Integration von Methoden, Prinzipien und Werkzeugen in das Reifegradmodell zu veranschaulichen.

Anhand der empirischen Ermittlung der Planungsleistungen für das Reifegradmodell konnte identifiziert werden, dass seitens der Produktsicht im ersten Reifegrad die Montagestückliste zu erstellen ist. Für die Umsetzung dieser Planungsleistung bietet sich die Durchführung einer Kartonagensimulation an. Dabei wird das Produkt, je nach Entwicklungsstand und Verfügbarkeit, als Prototyp oder Mock-up nach dem Demontageprinzip zerlegt, um daraus die Produktstruktur im Sinne der Montagestückliste abzuleiten. Das Demontageprinzip verhindert durch die schrittweise Zerlegung des Produkts in dessen Einzelteile das Ausufern von Stücklistenstufen und garantiert damit eine flache Stückliste. Neben der Montagestückliste liefert die Anwendung des Demontageprinzips im Rahmen der Kartonagensimulation auch bereits die ideale Abfolge der Montageprozessschritte. Diese werden für die Prozess-

	P Produkt	P Prozess	R Ressource	L Lenkung	
Reifegrad 1	Montagestückliste	Wertstrom Montagearbeitsplan (grob)	Fabriklayout Fördermittel (grob)	Kundentakt Reichweiten	Planungsleistungen
	Kartonagensimulation	Wertstromdesign	Sankey-Diagramme	Prognose	Methoden
	Demontageprinzip, Flache Stückliste usw.	Line-back-Planung, One-piece-flow, FIFO, Kanban usw.	Verbauortnahe Materialanlieferung, Staplerarme Logistik usw.	Szenarienplanung usw.	Prinzipien
	Prototyp, Mock-up, CAD-Modell usw.	Referenz-Wertstrom, Microsoft Visio usw.	Referenz-Layout, visTABLE usw.	Leanion (PPS) usw.	Werkzeuge

Bild 4: Planungsleistungen, Methoden, Prinzipien und Werkzeuge für Reifegrad 1.

sicht in Form eines groben Montagearbeitsplans dokumentiert.

Parallel zur Produktsicht sind für die Lenkungssicht eine Bestimmung des Kundentakts und die Festlegung der angestrebten Reichweite von Beständen erforderlich. Auf Basis von Szenarien müssen dafür entsprechende Prognosen aufgebaut werden. Als Werkzeug dafür bietet sich die Verwendung eines PPS-Systems an. Damit können einerseits Vergangenheitsdaten für die Prognose analysiert werden und andererseits wird der Planer durch die hinterlegten Schichtzeitmodelle bei der Berechnung des Kundentakts unterstützt.

Für die Ausgestaltung der Prozess- und Ressourcensicht wird der Planer zu Beginn des ersten Reifegrads vor allem vor die Aufgabe gestellt, mit lediglich sehr unsicheren Informationen und auf hoch aggregierter Ebene zu agieren. Um der eingangs erwähnten Problemstellung, dass Planungsprojekte gerade zu Beginn aufgrund fehlender Informationen nicht mit der Planung starten können, gerecht zu werden, dienen Referenzmodelle als Hilfsmittel. Diese ermöglichen es, zu Beginn schnell einen ersten, groben Entwurf für die Fabrik zu erstellen – ohne dass bereits aufwendige Datensammlungen angelegt wurden. Die Referenzmodelle für den Prozess (Referenz-Wertstrom) und das Layout (Referenz-Layout) sind ihrerseits abhängig von einer Vielzahl an Einflussfaktoren und können des-

halb nicht allgemeingültig vorgegeben werden. Als hinreichendes Kriterium ist laut Scheer [15] mindestens ein Anwendungsfall erforderlich. Referenzmodelle können z.B. von einem Schwesterwerk oder einem branchentypischen Benchmark abgeleitet werden. Eine andere Möglichkeit stellt die Gestaltung des Referenz-Wertstroms sowie des Referenz-Layouts auf Basis der verfolgten Strategie (z.B. make to stock oder make to order) dar. Die Lagerpunkte und der Kundenentkopplungspunkt sind von wesentlicher Bedeutung, um einen Wertstrom und ein schematisches Layout als Referenzmodell und gemeinsame Basis für sämtliche folgenden Planungsleistungen zu erstellen.

Bei der Abbildung des Wertstroms kommen im Rahmen der Methode Wertstromdesign unter anderem die Gestaltungsprinzipien „One-Piece-Flow“ und „First In – First Out“ sowie das Handlungsprinzip „Line-Back-Planung“ zum Tragen. Das Fabriklayout, als Planungsleistung für die Ressourcensicht, kann mithilfe von Sankey-Diagrammen in einer digitalen Fabrikplanungssoftware aufgebaut werden. In dieser Phase werden unter Berücksichtigung der Prinzipien „Verbauortnahe Materialanlieferung“ und „Staplerarme Logistik“ bereits erste Weichen für die Auswahl der später im Detail zu gestaltenden Fördermittel gestellt.

In den folgenden Reifegraden findet Schritt für Schritt die weitere Auspla-

nung der jeweiligen Referenzmodelle in den Subsystemen statt. Wichtig ist dabei, dass nach jedem Planungsintervall das Ergebnis für das jeweils betrachtete Subsystem wieder in das Fabriksystem integriert wird. Um dies sicherzustellen, beinhaltet LFD ein agiles Vorgehensmodell und orientiert sich inhaltlich an der Projektmanagementmethode Scrum.

Agiles Vorgehensmodell

Agile Vorgehensmodelle zeichnen sich durch eine inkrementelle und iterative Vorgehensweise aus. Zentrales Kennzeichen einer inkrementellen Entwicklung ist es, dass verschiedene Teile eines Systems zu unterschiedlichen Zeiten und mit unterschiedlicher Geschwindigkeit wachsen können, jedoch umgehend im Gesamtsystem zu integrieren sind [16]. Auf die Fabrikplanung übertragen, entsprechen die verschiedenen Teile des Systems den zuvor beschriebenen Subsystemen, die in unterschiedlicher Geschwindigkeit verschiedene Reifegrade annehmen können. Als Gesamtsystem wird die Fabrik gesehen, die in Form von Fabrikinkrementen von Planungsintervall zu Planungsintervall an Reife – bezüglich der Kriterien einer Lean Production – hinzugewinnt. Die Planungsintervalle bilden das iterative Vorgehen ab und ermöglichen es, Fehler frühzeitig zu erkennen und die im Laufe eines Projekts gewonnene Erfahrung unmittelbar einfließen zu lassen. Agile Vorgehensmodelle können durch die inkrementelle und iterative Vorgehensweise deshalb jederzeit auf sich ändernde Anforderungen eingehen [17].

Ausgangspunkt für die Planung ist das übergeordnete Projektziel. Das Projektziel beschreibt, welche Subsysteme mit welchen Reifegraden zu planen sind. Handelt es sich beispielsweise um die Layoutgestaltung für das ganze Werk über alle Subsysteme hinweg oder soll in einem Subsystem lediglich ein neuer Supermarkt geplant werden? Die Planungsleistungen bestimmen hingegen, welche Ergebnisse in den vier Komponenten PPR und L erforderlich sind, um einen bestimmten Reifegrad zu erlangen. In Bild 4 wurden diese Pla-

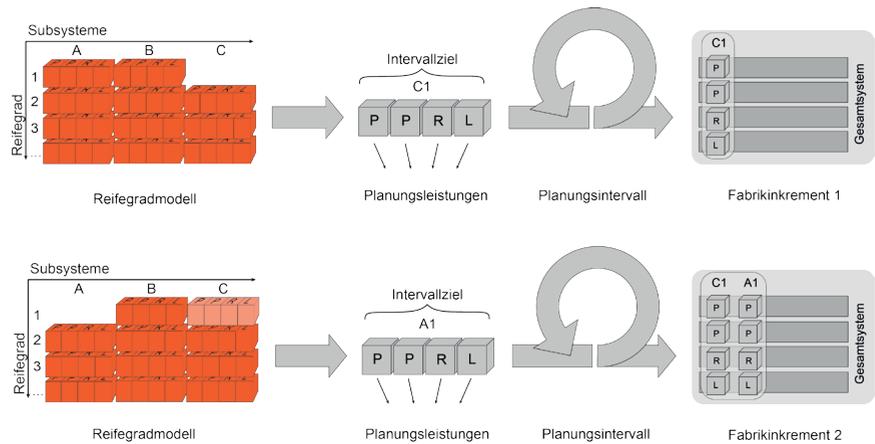


Bild 5: Inkrementelle Vorgehensweise.

nungsleistungen exemplarisch anhand von Reifegrad 1 dargestellt.

Auf Basis der Projektziele kann das Planungsteam frei wählen, welches Subsystem und welchen Reifegrad es als Nächstes planen möchte. In der schematischen Darstellung der inkrementellen Vorgehensweise (Bild 5) startet das Planungsteam mit dem ersten Reifegrad von Subsystem C. Für das betrachtete Planungsintervall werden die Planungsleistungen aller vier Komponenten aufgegriffen und erarbeitet. Das Team setzt sich damit für jedes Planungsintervall ein eigenes Intervallziel, das ein oder mehrere Planungsleistungen enthalten kann.

Am Ende eines jeden Planungsintervalls müssen – im Sinne der inkrementellen Vorgehensweise – die erarbeiteten Leistungen wieder in das Gesamtsystem integriert werden. Dafür sind zwei Kompatibilitätstests erforderlich. Einerseits muss überprüft werden, ob die erarbeiteten Planungsleistungen innerhalb des jeweils betrachteten Subsystems konsistent sind, was in einem letzten Schritt noch innerhalb des Planungsintervalls erfolgt. Ist dies der Fall, müssen im Anschluss daran die betrachteten Subsysteme umgehend in das Fabriksystem integriert werden. Dies erfordert, nach Abschluss des Planungsintervalls, einen zweiten Kompatibilitätstest. Bei diesem Test werden die erarbeiteten Planungsleistungen in das Gesamtsystem integ-

riert. Beispielsweise müssen nach der Gestaltung des subsystemübergreifenden Routenzugtakts die Behältergrößen und –füllgrade im Zusammenhang überprüft werden.

Das Planungsergebnis wird dazu in die Fabrik integriert und auf Kompatibilität mit allen angrenzenden und in Beziehung stehenden Systemteilen geprüft.

Die ganzheitliche Betrachtung der gesamten Fabrik beabsichtigt das Erkennen von Konflikten. Nur so ist es möglich, Unstimmigkeiten, die sich bei der Integration der ausgeplanten Subsysteme in das Fabriksystem ergeben, frühzeitig zu erkennen und zu beheben. Im angeführten Beispiel könnte dieser Konflikt zu einem Materialflussabbruch führen, wenn der Bestand an den Arbeitsstationen für den gestalteten Routenzugtakt zu gering ist. Ist die Auflösung der Konflikte nicht möglich, so wird das Gesamtsystem auf den Stand des letzten Planungsintervalls zurückgesetzt. Erst im darauf folgenden Durchlauf besteht die Möglichkeit, eine andere Lösung zu erarbeiten. Die frühen Kompatibilitätstests stellen sicher, dass Konflikte sofort erkannt und behoben werden. Sind die Ergebnisse der Subsysteme mit dem Gesamtsystem konsistent, so wächst das Fabrikinkrement um die Reifegrade der Subsysteme.

Die Entscheidung, welches Subsystem mit welchem Reifegrad im

jeweiligen Planungsintervall bearbeitet wird, obliegt dem Planungsteam. Im vorliegenden Beispiel entscheidet sich das Planungsteam nach Abschluss des Reifegrads 1 für Subsystem C, im nächsten Planungsintervall Subsystem A ebenfalls in den Reifegrad 1 weiterzuentwickeln. Nach dem ersten Planungsintervall enthält das Fabrikinkrement das Subsystem C in Reifegrad 1. Nach dem zweiten Planungsintervall wird das Fabrikinkrement um Subsystem A im Reifegrad 1 erweitert.

Damit unterscheidet sich das agile Vorgehensmodell stark von den klassischen, sequenziell ablaufenden Modellen. Es bietet durch die inkrementelle Vorgehensweise eine hohe Flexibilität und Anpassungsfähigkeit in Bezug auf sich ändernde Anforderungen. Je nach Informationsbedarf können in der Planung folglich auch einzelne Reifegrade ausgesetzt oder mehrere Reifegrade eines oder mehrerer Subsysteme parallel geplant werden. Daraus abgeleitet entsteht die Möglichkeit, dass nicht alle Subsysteme den gleichen Reifegrad haben. Wichtig ist in diesem Zusammenhang nur, dass am Ende eines Planungsintervalls das jeweils geplante Subsystem wieder im Rahmen des Kompatibilitätstests in das Fabriksystem integriert wird.

Fazit und Ausblick

Die Fabrikplanungsmethode Lean Factory Design integriert erstmals die Lean-Prinzipien sowie zu Lean passende Methoden und Werkzeuge in den Fabrikplanungsprozess. Mithilfe des agilen Vorgehensmodells und eines Reifegradmodells ermöglicht sie einerseits ein flexibles Vorgehen, gibt jedoch andererseits trotzdem klare Planungsleistungen zur Orientierung vor. Darüber hinaus stellt das PPRL-Modell stets die gemeinsame und wechselseitige Betrachtung von Gestaltung und Lenkung sicher.

Im nächsten Teil der Veröffentlichungsreihe zum LPS liegt der Fokus auf der Verdeutlichung der Gesamtzusammenhänge des Landshuter Produktionssystems. Dazu ist eine Struk-

turierung der Vielzahl von Methoden anhand eines Methodenrads erforderlich. Zudem wird das bisherige Dreieck (Bild 1) um eine weitere Ebene zu einer Pyramide aufgespannt, um die bereits erwähnten Referenzmodelle sowie das systemische Denken weiter zu systematisieren. Dies bildet den Abschluss des Lean-Teils zum Landshuter Produktionssystem. Die Systematik wird in der Fortsetzung der Veröffentlichungsreihe dann um die Aspekte einer Clean Production erweitert.

Literatur

- [1] Reinema, C.; Pompe, A.; Nyhuis, P.: Agiles Projektmanagement. Einsatzpotenziale und Handlungsbedarfe im Rahmen von Fabrikplanungsprojekten. In: ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 108 (2013) 3, S. 113-117.
- [2] Schneider, M.; Ettl, M.: Referenz-Produktionssystem für die systematische Einführung von Lean Production. Das Landshuter Produktionssystem (LPS): Clean Production – Teil 1. In: Industrie Management 29 (2013) 1, S. 33-38.
- [3] Schneider, M.; Ettl, M.; Schubel, A.: PPS-Systeme: Die „wahren“ Bedürfnisse von KMUs. Das Landshuter Produktionssystem: Clean Production – Teil 2. In: Industrie Management 29 (2013) 2, S. 43-48.
- [4] Grundig, C.: Fabrikplanung, 4. Auflage. München 2013.
- [5] VDI 5200, 02/2011: Fabrikplanung.
- [6] Schneider, M.; Ettl, M.: Gestaltung, Planung und Ausführung von Produktionssystemen nach Lean Prinzipien. In: mechatroniknews 4 (2012) 10, S. 3-5. URL: http://www.cluster-ma.de/fileadmin/user_upload/bilder/newsletter2012/newsletter2012_10/mechatroniknews_oktober_2012.pdf, Abrufdatum 15.02.2014.
- [7] Schelle, H.; Ottmann, R.; Pfeiffer, A.: ProjektManager, 3. Auflage. Nürnberg 2008.
- [8] Bunse, C.; Knethen, A. von: Vorgehensmodelle kompakt, 2. Auflage. Heidelberg 2008.
- [9] Schneider, M. (Hrsg): Prozessmanagement und Ressourceneffizienz. Der Weg zur nachhaltigen Wertschöpfung. Landshut 2013.
- [10] Schuh, G.: Produktionsplanung und -steuerung. Grundlagen, Gestaltung und Konzepte, 3., völlig neu bearbeitete Auflage. Berlin 2006.
- [11] Lödding, H.: Verfahren der Fertigungssteuerung. Grundlagen, Beschreibung, Konfiguration. [Online-Ausg. der] 2., erweiterte [gedr.] Auflage. Berlin Heidelberg 2008.
- [12] Spath, D. (Hrsg) u.a.: Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Stuttgart 2013.
- [13] Feldmann, K.; Schmuck, T.; Brossog, M.; Dreyer, J.: Beschreibungsmodell zur Planung von Produktionssystemen. Entwicklung eines Beschreibungsmodells für Produkte, Prozesse und Ressourcen zur rechnergestützten Planung produktionstechnischer Systeme. In: wt Werkstattstechnik 98 (2008) 3, S. 156-162.
- [14] Seidlmeier, H.: Prozessmodellierung mit ARIS®, 3. Auflage. Wiesbaden 2010.
- [15] Scheer, A.-W.: ARIS – House of Business Engineering: Konzept zur Beschreibung und Ausführung von Referenzmodellen. In: Becker, J.; Rosemann, M.; Schütte, R. (Hrsg): Entwicklungsstand und Entwicklungsperspektiven der Referenzmodellierung, Münster 1997, Institut für Wirtschaftsinformatik, Westfälische Wilhelms-Universität, S. 3-15.
- [16] Schelle, H.; Ottmann, R.; Pfeiffer, A.: ProjektManager, 3. Auflage. Nürnberg 2008.
- [17] Österreich, B.; Weiss, C.: APM-Agiles Projektmanagement. Heidelberg 2008.

Schlüsselwörter:

Fabrikplanung, PPS, Agiles Vorgehensmodell, Lean Production

Lean Factory Design

An actual study about potentials and needs of action in the range of factory planning projects shows clearly that the used process models can't handle the dynamic and the complexity in these projects. For this reason, the University of Applied Science Landshut has been developing within the Landshuter Produktionssystem (LPS): Clean Production – Lean & Clean a new factory planning methodology. This allows for the first time to design the factory structures from beginning based on lean criteria in connection with the planning and control. The method will also satisfy the requirements referred because of an agile process model.

Keywords:
factory planning, PPC, agile process model, lean production