

MASTERARBEIT

TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN
FAKULTÄT V VERKEHRS- UND MASCHINENSYSTEME

INSTITUT FÜR WERKZEUGMASCHINEN UND FABRIKBETRIEB IWF
FACHGEBIET QUALITÄTSWISSENSCHAFT
PROF. DR.-ING. ROLAND JOCHEM

Entwicklung eines Anlaufmodells für das Lean Start-up

Verfasser: Rudolph Manuel RIBEIRO MAIER
Studiengang: Maschinenbau
E-Mail: rudolph@ribeiromaier.de

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Roland JOCHEM
Dipl.-Ing. Robert MIES

Berlin, 19. Juli 2018

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und eigenhändig sowie ohne unerlaubte fremde Hilfe und ausschließlich unter Verwendung der aufgeführten Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe.

Die selbstständige und eigenständige Anfertigung versichert an Eides statt:

Unterschrift

Berlin, 19. Juli 2018

Zusammenfassung

Serienanläufe stellen aufgrund ihrer zunehmenden Komplexität immer größere Herausforderungen an produzierende Unternehmen. Dies gilt insbesondere für Lean Start-ups (LSU), die oft nicht über ein systematisches Anlaufmanagement verfügen. Gegenstand dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Leitfadens zur optimalen Umsetzung einer Best-Practice für den Serienanlauf im LSU.

Da sich bisher in der einschlägigen Literatur keine gängige Definition des Anlaufmanagements durchgesetzt hat, wurden vier Quellen identifiziert. Mit Hilfe des Tools *Atlas.ti* wurden die Themenkomplexe strukturiert und konsolidiert in einem Grundgerüst abgebildet. Dieses setzt sich aus strategisch konzeptionellen und operativen Aspekten zusammen und bildet die Struktur für die weitere Arbeit. Anhand des Grundgerüsts erfolgte eine Literaturrecherche, die den Stand der Wissenschaft bzgl. der Themenkomplexe wiedergibt. Geeignete Methoden und Gestaltungsempfehlungen wurden herausgearbeitet und in den Kontext eingeordnet. Schließlich wurde ein Leitfaden nach Vorbild des *Business Model Canvas* erstellt. Dieses soll einem Unternehmer anhand von spezifisch zu beantwortenden Fragen helfen, zielgerichtet fundierte Entscheidungen hinsichtlich der Gestaltung eines Serienanlaufs zu treffen.

Das hier entwickelte Grundgerüst sowie der Leitfaden können als Grundlage für weitere Forschung dienen. Diese kann sowohl im Hinblick auf Quantität (bspw. weitere Literaturrecherche) als auch auf Qualität (bspw. Erweiterung des Grundgerüsts) variiert werden. Denkbar ist auch eine Änderung der Betrachtungsebene. Für die wissenschaftliche Validierung der Erkenntnisse bietet sich empirische Forschung oder Action-Research an. Weiterhin ist zu beachten, dass der Leitfaden lediglich zu gestaltende Aspekte abbildet. Im Hauptteil sind jedoch einige allgemeine Handlungsempfehlungen identifiziert worden, welche im Leitfaden nicht darstellbar sind. Diese Ergebnisse erscheinen fruchtbar, sodass sie in einem *Handbuch Anlaufmanagement für das LSU* zusammengefasst werden könnten. In der Praxis ermöglicht der Leitfaden kaufmännisch geprägten Gründern wissenschaftlich fundierte Entscheidungen zu treffen. Voraussetzungen dafür sind eine hohe Motivation sowie vorhandene Ressourcen. Ebenfalls ist ein Verständnis der Grundbegriffe aus Produktion und Qualitätsmanagement erforderlich.

Abstract

Manufacturing ramp-ups challenge the manufacturing industry due to growing complexity. This affects especially the Lean Startup (LSU), since it doesn't dispose of a systematically set up ramp-up management yet. The purpose of this thesis is to develop a guideline which supports the setup of a ramp-up management in LSUs.

Since no uniform interpretation of ramp-up management could be found in the literature of relevant research fields, four principal sources have been identified. Supported with the tool *Atlas.ti*, these four interpretations were structured and unified into a basic framework. It consists of strategic-conceptual and operational elements and provides the structure for the further work of the thesis. The literature research was based on this framework and is meant to represent the current state of research in science and technology. Suitable methods and design recommendations were identified and put into the broader context. Finally, the results were formulated into a guideline, which follows the design of the *Business Model Canvas*. This guideline contains specific questions, which in their resolution by the manager may lead to well-grounded decisions regarding the design of the ramp-up.

Both the developed framework and the guideline may also provide a framework for further research. The latter may be continued in quantitative (e.g. by adding further theoretical depth) as well as qualitative (e.g. by expanding the framework) aspects. In addition to that, the level of abstraction may be changed. Both empirical research and action research are applicable for the validation of results proposed in this thesis. Finally, the guideline allows commercially oriented managers and business leaders to take well-grounded decisions in their industrial practice. For this purpose, a high level of motivation and available resources are requirements that need to be met. Moreover, the entrepreneur needs to have a basic knowledge of quality management and manufacturing terms.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	vii
Abbildungsverzeichnis	ix
Tabellenverzeichnis	x
1 Einführung	1
1.1 Motivation & Problemstellung	1
1.2 Fokus der Arbeit	1
1.3 Herangehensweise	2
1.4 Inhaltlicher Aufbau der Arbeit	3
1.5 Kontext	3
1.5.1 Lean Start-up	3
1.5.2 Anlaufmanagement	5
2 Methodik	7
2.1 Methodische Herangehensweise der Arbeit	7
2.2 Anforderungen an das Anlaufmanagementmodell für das LSU	8
2.3 Entwicklung des Grundgerüsts	9
3 Durchführung	17
3.1 Strategie & Organisation	17
3.2 Planung	26
3.3 Regelung	30
3.4 Produktentwicklung	31
3.5 Wissensmanagement	32
3.6 Qualitätsmanagement	34
3.7 Risikomanagement	34
3.8 Änderungsmanagement	36
3.9 Produktionssysteme	40

4 Ableitung des Modells	42
4.1 Strategie & Organisation	42
4.2 Planung	43
4.3 Regelung	44
4.4 Produktentwicklung	45
4.5 Wissensmanagement	45
4.6 Qualitätsmanagement	46
4.7 Risikomanagement	46
4.8 Änderungsmanagement	47
4.9 Produktionssysteme	47
5 Fazit & Ausblick	50
5.1 Kritische Würdigung	50
5.2 Ausblick	51
Literatur	54
A Anhang	57
A.1 Exposé	57
A.2 Die Entwicklung des Grundgerüsts	60
A.3 Dombrowski-2011a - Lean Ramp-up. Handlungs- und Gestaltungsfelder	61
A.4 Dombrowski-2011b - Lean Ramp-up: Schwerpunkte im Anlaufmanagement	63

Abkürzungsverzeichnis

Atlas.ti Software zur qualitativen Datenanalyse

BMC Business Model Canvas

bspw. Beispielsweise

DSM Design Structure Matrix, Methode zur Analyse von hochvernetzten Systemen

ERP Enterprise Resource Planning

FMEA Failure Mode and Effects Analysis

FTA Fault Tree Analysis

GPS Ganzheitliche Produktionssysteme nach VDI 2870

Heijunka Harmonisierung des Produktionsflusses

IoT Internet of Things

IPDM Integrierte Produktdatenmodelle

Ishikawa Ursache-Wirkungs-Diagramm

Just-in-time Just-in-time-Produktion oder auch bedarfssynchrone Produktion

KMU Kleine und mittelständische Unternehmen

KVP Kontinuierlicher Verbesserungsprozess

LSU Lean Start-up

MVP Minimal überlebensfähiges Produkt, engl.: Minimum Viable Product

Obeya Vereinigung aller beteiligten Personen bei der Entwicklung in einem großen Raum (Teil des Toyota Produktionssystems)

PDCA Plan, Do, Check, Act

PDM Produktdatenmanagement

PEP Produktentstehungsprozess

PLZ Produktlebenszyklus

QFD Quality Function Deployment

SMED Single Minute Exchange of Dies

SOP Beginn der Serienproduktion

Abbildungsverzeichnis

3.1 Klassifizierung des Serienanlaufs	18
3.2 Systematische Auswahl von Methoden und Werkzeugen mittels QFD	19
3.3 Der Lean Ramp-up Ordnungsrahmen	20
3.4 Die Handlungsfelder im Lean Ramp-up	21
3.5 Die Gestaltungsfelder im Lean Ramp-up	21
3.6 Der Lean Ramp-up Ordnungsrahmen	24
3.7 Vorgehen zur Gestaltung eines Lean Ramp-up Organisationsmodells	25
3.8 Die sechs Reifegradstufen	28
3.9 Reifegradbewertung anhand zwei Dimensionen	28
4.1 Umsetzungsleitfaden	49
A.1 Entwicklung des Grundgerüsts	60
A.2 Schwerpunkte für <i>Firstmover</i>	63
A.3 Schwerpunkte für <i>Follower (Kosten)</i>	63
A.4 Schwerpunkte für <i>Follower (Qualität)</i>	63

Tabellenverzeichnis

2.1 Suchbegriffe für die Literaturrecherche	8
2.2 Eigenschaften von LSU und KMU	8
2.3 Auswahl der Quellen für das Grundgerüst	10
2.4 Bewertung der Aspekte des Grundgerüsts	16

1 Einführung

Dieses Kapitel beginnt mit einer Herleitung von der Motivation bis hin zu der Entwicklung der Forschungsfragen. Nachdem der Aufbau der Arbeit kurz skizziert wurde, folgen die zum Verständnis und zur Beantwortung der Forschungsfragen notwendigen Definitionen.

1.1 Motivation & Problemstellung

Die produzierende Industrie findet sich heutzutage in einem zunehmend dynamischen Wettbewerbsfeld wieder, welches vielschichtige Herausforderungen mit sich bringt (Renner 2012). Die hauptsächlichen Herausforderungen liegen in steigenden Innovationsgeschwindigkeiten, kürzeren Produktlebenszyklen und einer höheren Variantenvielfalt (Kuhn et al. 2002; Stauder et al. 2016). Um dem durch die Globalisierung verstärkten Wettbewerb standzuhalten, müssen produzierende Unternehmen innovative Produkte und Dienstleistungen anbieten und sich zunehmend kundenorientiert aufstellen (Surbier et al. 2014). Eine zentrale Rolle wird hier dem Anlauf von Serienprodukten zugeschrieben. Aufgrund immer kürzer werdender Produktlebenszyklen rücken Kosten und Zeitaufwand in den Vordergrund (Winkler et al. 2007). So hat der Anlauf einen signifikanten Einfluss auf den wirtschaftlichen Erfolg des Produkts und die Time-to-volume (Klocke et al. 2016). Selbst ein um wenige Monate verschobener Verkaufsstart kann über Erfolg oder Misserfolg des Produkts entscheidend sein (Schuh et al. 2008a). Die Bedeutung der Serienanläufe findet bisher in der Wissenschaft keine angemessene Aufarbeitung (Dyckhoff et al. 2012).

1.2 Fokus der Arbeit

Der Trend zur Konzentration auf Kernkompetenzen sorgt dafür, dass in großen produzierenden Unternehmen immer mehr Wertschöpfungsanteile an Zulieferer abgegeben werden (Hilmola et al. 2015; Wildemann 2008). Der Gesamtanlauf setzt sich fortan aus vielen lokalen Einzelanläufen zusammen (Zimolong et al. 2006), wodurch sich die Komplexität erhöht. Die höhere Variantenvielfalt sorgt bei gleichzeitig kürzeren Produktlebenszyklen für geringere Gesamtstückzahlen pro Produkt. Durch diesen Umstand versuchen nun auch kleinere Unternehmen in den Markt zu drängen. An dieser Stelle setzt das Konzept des Lean Start-up (LSU) an. Das Lean Start-up ist eine Businessmethode für dynamische Unternehmen oder Projekte, die hohen Risiken und Unsicherheiten ausgesetzt

sind. Im Jahre 2008 führte RIES zum ersten Mal den Begriff Lean Start-up ein (Ries 2008). Das Konzept des Anlaufmanagements befasst sich mit der Planung, Durchführung und Steuerung des Serienanlaufs (Kuhn et al. 2002, S.8). Hauptziele sind die Beherrschung und die zeitliche Verkürzung der Anlaufphase (Kuhn et al. 2002; Schmitt 2015).

Bei der Analyse der Literatur zu LSU lässt sich feststellen, dass der Themenkomplex Anlaufmanagement bisher noch nicht abgebildet wird. Da jedoch eine Beherrschung reibungsloser Serienanläufe ein entscheidender Wettbewerbsvorteil ist, sind hier erhebliche Potentiale für das LSU zu erwarten (Bischoff 2007, S.XI). Darauf basierend lässt sich folgende Hypothese für die Arbeit ableiten:

Der Themenkomplex Anlaufmanagement findet in der Businessmethode Lean Start-up keine angemessene Beachtung. Die Beherrschung eines reibungslosen Serienanlaufs ist jedoch ein erheblicher Wettbewerbsvorteil.

Basierend auf der Hypothese werden folgende Forschungsfragen aufgestellt, die in der Abschlussarbeit beantwortet werden müssen:

FF 1 Wie kann der Serienanlauf im LSU gestaltet werden?

FF 1.1 Was zeichnet das LSU mit Hinblick auf das Anlaufmanagement aus? Welche Anforderungen werden gestellt?

FF 1.2 Welche Aspekte des Anlaufmanagements sind für das LSU von Bedeutung?

FF 1.3 Wie könnte ein Anlaufmanagement-Ansatz für das LSU auf Basis des Stands der Wissenschaft zum Thema Anlaufmanagement aussehen?

1.3 Herangehensweise

Die Abschlussarbeit wird eine Literaturarbeit. In der Einführung erfolgt eine knappe Darstellung der zu behandelnden Themen Lean Start-up und Anlaufmanagement. Im Hauptteil wird zunächst der Stand der Wissenschaft zum Thema Lean Start-up skizziert. Den größeren Teil bildet eine umfassende Literaturanalyse zum Stand der Wissenschaft des Anlaufmanagements. Die Literaturrecherche erfolgt nach fest definierten Kriterien. Für die Literaturanalyse werden mit Hilfe des Tools *Atlas.ti* alle relevanten Textstellen decoded, d.h. identifiziert und nachvollziehbar dokumentiert. Anhand der Ergebnisse wird mit Hilfe von 15-20 Quellen der Stand der Wissenschaft dargestellt. Im nächsten Abschnitt werden für das Lean Start-up nicht berücksichtigte Anforderungen an das Anlaufmanagement ermittelt und daraus eine Art Anlaufmodell abgeleitet. Die Validierung der Ergebnisse erfolgt durch Zitierung der Quellen.

1.4 Inhaltlicher Aufbau der Arbeit

Die Arbeit beginnt mit Kapitel 1, in dem Motivation und Zielsetzung der Arbeit dargelegt werden. Der Untersuchungsgegenstand der Arbeit wird aufgezeigt und die Forschungsfragen entwickelt. Weiterhin erfolgen zum Verständnis der Aufgabenstellung eine erste Definition zum Thema Anlaufmanagement sowie ein Überblick zu Lean Start-up.

In Kapitel 2 wird die methodische Herangehensweise der Arbeit unter Berücksichtigung von Suchstrategie und Forschungsmethodik dargelegt. Weiterhin werden spezifische Anforderungen des Lean Start-up an das Anlaufmanagementmodell entwickelt, welche bei der Ausarbeitung berücksichtigt werden sollen. Schließlich wird ein Grundgerüst für das zu entwickelnde Anlaufmanagementmodell erarbeitet, welches als struktureller und inhaltlicher roter Faden der Arbeit dient. Die Entwicklung des Grundgerüsts dient auch der Konsolidierung der verschiedenen Auffassungen des Themengebiets, da in der Wissenschaft bisher noch keine einheitliche Auffassung herrscht.

In Kapitel 3 werden mittels qualitativer Literaturanalyse und anhand des zuvor entwickelten Grundgerüsts Lösungskonzepte zusammengetragen.

Die Ergebnisse werden in Kapitel 4 zusammengefasst. Darauf basierend wird ein Umsetzungsleitfaden entwickelt, der die Implementierung des Anlaufmanagementmodells anhand von spezifisch zu beantwortenden Fragen im Unternehmen unterstützen soll.

Die Arbeit mündet in Kapitel 5 mit einem Fazit und Ausblick. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der Bewertung der zur Beantwortung der Forschungsfragen angewandten Methoden. Im Ausblick werden Bereiche für weitere Forschung aufgezeigt. Schließlich werden kritische Faktoren für eine erfolgreiche Umsetzung im Unternehmen identifiziert.

1.5 Kontext

In diesem Abschnitt werden die zum Verständnis und zur Beantwortung der Forschungsfragen notwendigen Definitionen dargestellt.

1.5.1 Lean Start-up

Einführung

Das Lean Start-up ist eine Businessmethode für dynamische Unternehmen oder Projekte, die hohen Risiken und Unsicherheiten ausgesetzt sind. Hauptziele der Methode sind kürzere Entwicklungszeiten, Einsparung von Kosten in der Entwicklungsphase und frühzeitiges Erkennen der Kundenbedürfnisse. Sie ist eine Antwort auf unbekannte Problemstellungen und Lösungen, hoch dynamische Märkte und hohe Risiken. Die Ursprünge liegen in den Denkweisen von Taiichi Ōno, W. Edwards Deming und Peter Drucker. 2008 übertrug Eric Ries Lean Produktionsmethoden auf

Hochtechnologie Start-ups und veröffentlichte 2011 die erstmals “Lean Startup” genannte Methode in seinem Buch.

Bestandteile

1. **Entwickeln einer Vision.** Die Vision dient als Grundlage für alle weiteren Handlungen. Aus ihr werden im nächsten Schritt Hypothesen abgeleitet. Anstatt einen aufwändigen Businessplan zu erstellen, wird die Vision in einem Business Model Canvas (BMC) definiert (Blank 2013). Die Vision eines Lean Start-up zeichnet sich durch viele Freiheitsgrade und Unsicherheiten aus.
2. **Überführen der Vision hin zu Hypothesen.** Für jedes Element der im Business Model Canvas beschriebenen Vision werden Hypothesen abgeleitet. Die Hypothesen bilden die Freiheitsgrade und Unsicherheiten des BMC ab. Ziel ist, die Risiken durch spätere Beantwortung der Hypothesen zu minimieren. Nach Möglichkeit sollen die Hypothesen so formuliert werden, dass sie quantitativ beurteilt werden können. Um neue Erkenntnisse gewinnen zu können, müssen die Hypothesen widerlegbar sein.
3. **Entwickeln von MVP Tests.** Ein minimal überlebensfähiges Produkt (MVP, engl.: Minimum Viable Product) ist ein Werkzeug, mit dem man schnellstmöglich die Hypothesen am Kunden überprüfen kann (Ries 2011, S. 93). Ziel ist zum einen den Build-Measure-Learn Zyklus zu beschleunigen, zum anderen die Lernrate in Bezug auf den Aufwand zu maximieren. So können frühzeitig nicht benötigte Funktionen und Produkteigenschaften erkannt und Zeit und Kosten gespart werden. Wenn die Entwicklung eines realen MVP zu aufwändig ist, kann ein Smoke Test eingesetzt werden. In einem Smoke Test wird das zukünftige Produkt in einem Video oder über eine Webseite vorgestellt.
4. **Planung der Tests.** Bei der Durchführung der Tests kommt es darauf an, Kosten und Zeit zu minimieren. Daher werden zuerst Tests durchgeführt, die kostengünstig sind und hohe Risiken untersuchen. Bspw. ist eine Patentrecherche kostengünstig und kann frühzeitig sehr hohe Risiken aufdecken. Tests können nacheinander (seriell) oder gleichzeitig (parallel) durchgeführt werden. Bei parallelen Tests riskiert man im Gegensatz zu seriellen Tests, dass einzelne Tests überflüssig werden. Man profitiert jedoch von einem Zeitvorsprung gegenüber der seriellen Vorgehensweise.
5. **Interpretation der Ergebnisse.** Bei der Interpretation der Ergebnisse gibt es einige Fehlerquellen. Zum einen gibt es teilweise große Differenzen zwischen den geäußerten und reellen Kundenrückmeldungen. Zum anderen kann die Interpretation des Unternehmers durch eigene Wünsche oder Erwartungen verzerrt sein.

6. **Reaktion.** Nach Auswertung der Ergebnisse sieht die LSU Methode eine Entscheidung zwischen drei Handlungsalternativen vor. *Preserve:* Wenn die Tests die Hypothesen bestätigen, wird die Strategie beibehalten. *Pivot:* Wenn die Tests die Hypothesen widerlegen oder neue Chancen aufzeigen, wird die Strategie angepasst. *Perish:* Wenn die Tests die Hypothesen widerlegen und der Unternehmer keine geeignete Strategie entwickeln kann, wird die Strategie verworfen.
7. **Skalierung und kontinuierliche Verbesserung.** Sobald alle relevanten Hypothesen bestätigt wurden, ist das Produkt auf den Markt abgestimmt. Nun kann massiv in Kundenakquise und Produktentwicklung investiert werden. Wichtig ist weiterhin, dass die Strategie fortwährend überprüft wird. Ein *Pivot* ist auch nach der Skalierung bei größeren Änderungen sinnvoll.

1.5.2 Anlaufmanagement

Immer kürzere Produktlebenszyklen bei gleichzeitig wachsenden Kundenanforderungen und größerer Variantenvielfalt erhöhen die Komplexität und somit die Bedeutung des Serienanlaufs (Kuhn et al. 2002; Schuh et al. 2004). Die Risiken im Zusammenhang mit der Anlaufphase sind vielfältig. KUHN stellt fest, dass der Aufwand bis zum Erreichen einer stabilen Produktion oft unterschätzt wird. Infolgedessen kann es zum verspäteten Markteintritt sowie zu unzureichenden Kapazitäten und Qualitätsmängeln kommen (Kuhn et al. 2002). Um diesen Risiken entgegen zu wirken, werden als übergeordnete Hauptziele für das Anlaufmanagement Beherrschung und zeitliche Verkürzung der Anlaufphase genannt (Kuhn et al. 2002; Schmitt 2015).

Produktionsanläufe stellen auch deshalb eine große Herausforderung für Unternehmen dar, da sie hochkomplex sind und sich durch viele parallele und sequenzielle Teilprozesse auszeichnen. Sie sorgen zudem für eine starke Vernetzung der beteiligten Abteilungen innerhalb und außerhalb des Unternehmens (Schuh et al. 2004).

Definition

In der Literatur existiert keine einheitliche Definition des Begriffs Anlaufmanagement (Bischoff 2007, S. 4). Selbst SCHMITT bemängelte 2015 ein fehlendes einheitliches Verständnis der grundlegenden Begriffe des Produktionsanlaufs (Schmitt 2015, S. 1). Vielmehr existieren unternehmensintern und teilweise auch projektspezifisch unterschiedliche Auffassungen über die Definition der Anlaufphase (Großhennig 2005, S. 11). KUHN definierte das Anlaufmanagement wie folgt (Kuhn et al. 2002, S. 8):

Das Anlaufmanagement eines Serienproduktes umfasst alle Tätigkeiten und Maßnahmen zur Planung, Steuerung und Durchführung des Anlaufs mit den dazugehörigen Produktionssystemen, ab der Freigabe der Vorserie bis zum Erreichen einer geplanten

Produktionsmenge, unter Einbeziehung vorgelagerter Prozesse und der nachgelagerten Prozesse im Sinne einer messbaren Eignung der Produkt- und Prozessreife.

SCHUH übernahm diese Auffassung (Schuh et al. 2008b) während RISSE und BISCHOFF den Beginn bereits nach der abgeschlossenen Produktentwicklung sehen (Freigabe Pflichtenheft) (Risse 2002; Bischoff 2007).

Der Anwendungsbereich beschränkt sich nicht nur auf den Anlauf von neuen Produkten. Auch Modellderivate (Modellpflege), Varianten, neue Produktionssysteme, Fertigungsverfahren und Logistikprozesse stellen aus Perspektive des Managements einen Anlauf dar (Laick et al. 2003, S. 53).

2 Methodik

In diesem Kapitel wird die Methodik der Abschlussarbeit dargelegt. Zunächst wird die Literaturrecherche erläutert. Anschließend wird der rote Faden der Arbeit entwickelt, der aus zwei Teilen besteht. Zuerst werden spezifische Anforderungen an das Anlaufmanagementmodell für das LSU definiert. Im zweiten Schritt erfolgt die Entwicklung eines Grundgerüsts, welches die weitere Bearbeitung mittels in Beziehung stehender Unteraspkte strukturiert. Während die Anforderungen als Erfolgsfaktoren zu sehen sind, gibt das Grundgerüst die inhaltliche Struktur vor.

2.1 Methodische Herangehensweise der Arbeit

Zu Beginn der Arbeit erfolgte eine erste Recherche zu den beiden Themenfeldern Anlaufmanagement und Lean Start-up. Die verwendeten Suchbegriffe sind in Tabelle 2.1 aufgeführt. Dabei wurden in folgender Rangfolge Suchmaschinen aus dem IP-Adressraum verschiedener Universitäten (TU Berlin, FU Berlin, HU Berlin, TU Dortmund) benutzt:

1. “www.google.com”,
2. “scholar.google.com”,
3. “www.sciencedirect.com”,
4. “rd.springer.com”.

Bei der ersten Recherche zu LSU konnte bereits eine gängige Definition des Themengebiets identifiziert werden. Zum Themenfeld Anlaufmanagement hat sich jedoch in der einschlägigen Literatur noch keine einheitliche Definition durchgesetzt, sodass zunächst vier Quellen identifiziert wurden. Anhand dieser Quellen wird in Abschnitt 2.3 ein Grundgerüst entwickelt. Darauf aufbauend erfolgte eine Vertiefung der Literaturrecherche mittels Schneeballsystem. Dazu wurden Literaturlisten der bis dahin zusammengetragenen Quellen, die Namen der Verfasser und bspw. Veröffentlichungen des *Graduiertenkolleg Anlaufmanagement (1491-2)* der RWTH-Aachen zu Grunde gelegt.

In Kapitel 3 erfolgt die Erfassung von Lösungskonzepten mittels qualitativer Literaturanalyse. Die Auswahl der Quellen erfolgt nach folgenden Kriterien: Es müssen sich um Beiträge aus Fachzeitschriften oder Konferenzen handeln, bei denen die Qualitätssicherung mittels Peer-Review erfolgt.

Tabelle 2.1: Suchbegriffe für die Literaturrecherche

Themenfeld	Suchbegriffe
Anlaufmanagement	Ramp-up
	Manufacturing & Ramp-up
	Production & Ramp-up
	Anlaufmanagement
	Produktion & KMU
Lean Start-up	Lean Start-up
	Lean Startup

Weiterhin erlaubt sind einzelne Kapitel aus wissenschaftlichen Monographien. Die Anzahl der auszuwertenden Quellen wird auf 20 begrenzt. Für die qualitative Literaturanalyse bildet das Grundgerüst aus Abschnitt 2.3 die Struktur. Zur Präzisierung der Perspektive und Verringerung der Subjektivität werden in folgendem Abschnitt 2.2 Anforderungen an das Modell beschrieben.

2.2 Anforderungen an das Anlaufmanagementmodell für das LSU

Damit das zu entwickelnde Modell den Serienanlauf im LSU effektiv unterstützt, müssen zunächst einige Anforderungen formuliert werden.

Methodische Anforderungen

Auf Tabelle 2.2 sind Eigenschaften von LSU (und KMU) zusammengefasst. Diese bilden die Basis für die Ableitung der methodischen Anforderungen an das Anlaufmanagementmodell.

Tabelle 2.2: Eigenschaften von LSU und KMU

Eigenschaft	Quelle
Flache Hierarchie	(Dombrowski et al. 2009b, S. 10)
Kleine Anzahl von Beschäftigten	(Dombrowski et al. 2009b, S. 9)
Generalisten statt Spezialisten	(Dombrowski et al. 2009b, S. 9)
Technisch orientierte Ausbildung der Eigentümer	(Dombrowski et al. 2009b, S. 47)
Kaum nachvollziehbare Dokumentation	(Zimolong et al. 2006, S. 1)
Mangelnde Führungskenntnisse	(Dombrowski et al. 2009b, S. 47)
Mangelnde strategische Orientierung	(Dombrowski et al. 2009b, S. 48)
Sehr hohe Risiken	(Ries 2011, S. 9)

Aufgrund der flachen Hierarchie und der kleinen Anzahl von Mitarbeitern ist ein niedriger Detaillierungsgrad bei der Abbildung von Ablauforganisation und Prozessen ausreichend (Dombrowski et al. 2009b, S. 151). Die Methoden und Informationssysteme müssen schlank, einfach zu benutzen und zu implementieren sein (Meier 2007, S. 4). Das Anlaufmanagementmodell soll eine ganzheitliche Perspektive und die Gestaltung und Verfolgung von (Modernisierungs-) Prozessen unterstützen.

Aufgrund der mangelnden strategischen Orientierung der Unternehmen soll die Strategieformulierung systematisch unterstützt werden (Dombrowski et al. 2009b, S. 47-48). Des Weiteren wird eine Flexibilität des Modells gefordert. So muss das Modell, welches bereits in der Anfangsphase implementiert wird, bei schnellem Wachstum und stark verändernden Bedingungen weiterhin effektiv sein. Dazu zählen bspw. eine Skalierbarkeit der Methoden hinsichtlich Anzahl der Mitarbeiter sowie eine Mitarbeiterzuordnung von Kompetenzen und Aufgaben. Das durch hohe Risiken geprägte Umfeld erfordert ein Risikomanagement, das auf die Bedürfnisse des Serienanlaufs angepasst ist.

Technische Anforderungen

Auch auf technischer Seite ist Flexibilität gefordert, die in drei Dimensionen kurz skizziert wird. Die Produktion bzw. der Anlauf müssen agil auf Stückzahlschwankungen reagieren können (Volumenflexibilität). Die schnelle Integration innovativer Technologien muss sichergestellt werden (Technologieflexibilität). Schließlich erfordert die zunehmende Variantenvielfalt, dass mehrere Varianten auf einer Linie gefertigt werden können (Variantenflexibilität) (Scholz-Reiter et al. 2010, S. 22). Änderungen am Produkt oder die Einführung neuer Varianten müssen einfach und schnell mit hoher Qualität realisiert werden können. Analog dazu müssen Änderungen am Logistiksystem und Produktionslinie effizient durchgeführt werden können.

2.3 Entwicklung des Grundgerüsts

Zielstellung

Der Stand der Wissenschaft zum Thema Anlaufmanagement soll recherchiert und dargestellt werden. Dies erfolgt zunächst nur übergeordnet, indem ca. zehn Hauptaspekte identifiziert und priorisiert werden. Diese Hauptaspekte werden geordnet und in einem Grundgerüst abgebildet. Das Grundgerüst dient nun als struktureller und inhaltlicher roter Faden der Arbeit. Zunächst bildet er die Systematik für die Literaturrecherche. Dazu werden aus dem Grundgerüst Themengebiete und Stichworte für die Suche abgeleitet. Auch die Einordnung der Lösungskonzepte und Methoden erfolgt nach dem Grundgerüst. Schließlich bildet es die Grundlage für das Ergebnis der Arbeit, und damit das Anlaufmanagementmodell für das LSU.

Herangehensweise

Nach kurzer Recherche lässt sich feststellen, dass bisher keine einheitliche Definition des Anlaufmanagements existiert. Vielmehr wurde das Themengebiet von einigen Autoren bisher nur aus individueller Perspektive behandelt. Bspw. hat SCHMITT im Jahre 2015 ein Glossar mit dem Ziel veröffentlicht, ein einheitliches Verständnis und Grundlage für die wissenschaftliche und praxisnahe

Diskussion des Themengebiets zu schaffen (Schmitt 2015). Der Umstand, dass SCHMITT im Jahre 2015 eine aktuelle Veröffentlichung zur Definition der grundlegenden Begriffe publizierte, bestärkt die Einschätzung des Autors der vorliegenden Abschlussarbeit.

In der Konsequenz ist zunächst eine Konsolidierung anhand einschlägiger Literatur (Primär- und Sekundärliteratur) nötig, welche einen möglichst umfassenden Blickwinkel des Themengebiets behandelt. Dazu erfolgt im ersten Schritt eine Erstrecherche zum Thema Anlaufmanagement (engl.: manufacturing ramp-up). Aus dem Ergebnis der Erstrecherche müssen nun die geforderten einschlägigen Quellen identifiziert werden. Dazu wurden zwei Kriterien definiert, welche mittels "und/oder" miteinander verknüpft werden:

1. Der Autor der Quelle erhebt den Anspruch eines Glossars bzw. einer umfassenden Betrachtung des eigenen Werks wie bspw. SCHMITT (Schmitt 2015).
2. Die Quelle wird in anderen Werken häufig zitiert, insbesondere im Kontext der Einführung in das Anlaufmanagement.

Für die weitere Vorgehensweise wurden die Quellen in Tabelle 2.3 identifiziert. Die in Tabelle 2.3

Tabelle 2.3: Auswahl der Quellen für das Grundgerüst

Titel	Quelle
Fast Ramp-Up - Schneller Produktionsanlauf von Serienprodukten	(Kuhn et al. 2002)
Anlaufmanagement - Schnittstelle zwischen Projekt und Serie	(Bischoff 2007)
Grundlagen des Anlaufmanagements	(Schuh et al. 2008b)
Anlaufmanagement - Begriffe und Definitionen	(Schmitt 2015)

genannten Quellen wurden mit Hilfe des Tools *Atlas.ti* einer qualitativen Auswertung unterzogen. Dazu wurden sog. Codes definiert, welche jeweils einen thematischen Aspekt beschreiben. Für diese Codes wurden in den Quellen dazugehörige Textpassagen identifiziert. In einem weiteren Schritt wurden die Textpassagen zu den Themengebieten (Codes) gegenübergestellt und verglichen. Damit konnten Schnittmengen gefunden und Gruppen gebildet werden. Anhand der Abbildung A.1 im Anhang kann die Konsolidierung der Aspekte, die das Grundgerüst bilden, nachvollzogen werden. Die Themengebiete wurden in zwei Abstraktionsebenen unterteilt: Strategisch konzeptionell und operativ. Mit dem soeben beschriebenen Verfahren wurde die Codestruktur im Verlauf der Analyse angepasst und bildet das Grundgerüst, die Basis für die Abschlussarbeit.

Kurzbeschreibung des Grundgerüsts

A - Strategie

Unter einer Strategie werden in der Wirtschaft die langfristig geplanten Aktivitäten zur Erreichung der Unternehmensziele verstanden (Schuh et al. 2008b, S. 12). Eine Anlaufstrategie bezieht sich

auf sämtliche Anläufe im Unternehmen und koordiniert die Aktivitäten zur Erreichung der Anlaufziele (Schuh et al. 2008b, S. 4). Innerhalb des Unternehmens ist die Anlaufstrategie der Produktentwicklungs- und Produktionsstrategie untergeordnet und muss die Ziele beider Strategien aufgreifen und integrieren.

Wie auch das Anlaufmanagement im Allgemeinen ist die Anlaufstrategie phasen- und funktionsübergreifend (Pfohl et al. 2000). Sie sollte in der frühen Phase des Produktentwicklungsprozesses definiert werden (Schuh et al. 2004). KUHN et al. beschreibt als übergeordnete Ziele die Beherrschung der Qualität und die Reduzierung von Zeit und Kosten (Kuhn et al. 2002, S. 4).

SCHUH et al. beschreibt die Gestaltung der Strategie in den vier Dimensionen Management von Flexibilität, Komplexität, Qualität und Kosten (Schuh et al. 2008b, S. 13). BISCHOFF nennt zudem die strategische Projektwahl, mit dem sich das Unternehmen auf strategisch wichtige Projekte fokussieren und die Anzahl parallel abzuwickelnder Anläufe reduzieren kann (Bischoff 2007, S. 43).

B - Organisation

Die Anlauforganisation bildet die zuvor definierte Strategie bzgl. der Serienanläufe in der Unternehmensstruktur ab. Hauptzweck ist, den gestiegenen Anforderungen in Form von zunehmender Dynamik, Abhängigkeiten und Interdisziplinarität mit der Gestaltung einer zweckmäßigen Unternehmensstruktur zu begegnen (Schuh et al. 2008b, S. 55).

Während die Anlauf-Aufbauorganisation involvierte Bereiche räumlich und formal strukturiert, legt die Anlauf-Ablauforganisation die zeitlichen und logischen Beziehungen zueinander fest (Schuh et al. 2008b, S. 55). Für die Realisierung der Aufbauorganisation werden interdisziplinäre Stablinien- oder Matrixorganisationen eingesetzt (Bischoff 2007, S. 77). Dabei wird die Matrixorganisation ggf. durch hochqualifizierte Expertenteams unterstützt (Schuh et al. 2005, S. 407).

Empfehlenswert ist auch der Einsatz eines Serienanlaufteams, dessen Funktionsweise und Einbindung in die Aufbauorganisation unterschiedlich ausgeprägt sein können (Bischoff 2007, S. 79).

C - Planung

Die Anlaufplanung umfasst zum einen die Entwicklung eines technischen Konzepts für das Produktionssystem und zum anderen die Planung des organisatorischen Ablaufs (Risse 2002, S. 149). KUHN et al. stellt fest, dass viele Verzögerungen und Änderungen während der Anlaufphase direkt auf mangelhafte Planung zurück zu führen sind (Kuhn et al. 2002, S. 19). Ziel ist, mit Hilfe von Erfahrungswissen mögliche Probleme und Entscheidungen in die Planungsphase vorzuverlegen und somit Zeit und Kosten in der Anlaufphase zu sparen (Risse 2002, S. 149).

Die Anlaufplanung bedient sich proaktiver Methoden und Werkzeuge. KUHN et al. nennt bspw. die Integration von Standards, Quality Gates und Meilensteindefinitionen (Kuhn et al. 2002, S. 19). Diese

Methoden, die zusammen ein Reifegradcontrolling ergeben, basieren auf Ermittlung und Kontrolle erreichter Produkt- und Prozessreifegrade. Dazu werden quantifizierbare und messbare Reifegradindikatoren und Zielgrößen definiert, deren Zielerreichung mit Hilfe objektiver Mittel gemessen und bewertet wird (Schuh et al. 2008b, S. 62–63).

D - Regelung

Unter Regelung wird in der Systemtheorie ein System verstanden, das fortwährend derart in das System eingreift, sodass die Differenz zwischen Ist- und Soll-Werten minimiert wird (DIN - Deutsches Institut für Normung e.V. 2014, S. 136). Somit bildet die Regelung die operative Umsetzung zur Einhaltung der in der Planung definierten Zielgrößen in Form von messbaren Kennzahlen. Des Weiteren nennt KUHN et al. sog. Controllingmodelle, welche Probleme möglichst früh erkennen und geeignete Reaktionsstrategien auswählen (Kuhn et al. 2002).

1 - Produktentwicklung

Nach KRISHNAN et al. beschreibt die Produktentwicklung die Transformation einer Marktchance in Verbindung mit Annahmen über eine Produkttechnologie hin zu einem käuflich erwerbbaren Produkt (Krishnan et al. 2001). Für die Praxis bedeutet es die Umsetzung der technischen Kundenwünsche und Vorgaben der Geschäftsführung in realisierbare und effiziente Lösungen (Scholz-Reiter et al. 2010, S. 9).

2 - Wissensmanagement

Unter Wissensmanagement werden Tätigkeiten verstanden, die dem organisierten, systematischen und kontrollierten Umgang mit Unternehmenswissen dienen (Disterer 2000). Durch effektive Ausnutzung von im Unternehmen erlangtem Wissen, können Wettbewerbsvorteile erzielt werden (Bischoff 2007). DISTERER sieht eine große Herausforderung in der Sicherung von in Projekten erlangtem Wissen, was sich auf Anlaufprojekte übertragen lässt (Disterer 2000). Die Schwierigkeit besteht darin, dass nach Projektabschluss keine festen Ansprechpartner als Wissensträger zur Verfügung stehen. Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, implizites in explizites Wissen umzuwandeln (Housein et al. 2002, S. 510).

KUHN et al. schlägt die Entwicklung eines anlaufspezifischen, abteilungs- und unternehmensübergreifenden Wissensmanagements vor, mit Fokus auf eine menschengerechte Bereitstellung der Daten (Kuhn et al. 2002). BISCHOFF nennt die Wahrung der Datenkonsistenz als Erfolgsfaktor, insbesondere in mehrstufigen Lieferantennetzwerken (Bischoff 2007).

3 - Qualitätsmanagement

Eine auf Qualität ausgerichtete Organisation fördert eine Kultur, die zu Verhaltensweisen, Einstellungen, Tätigkeiten und Prozessen führt, die Wert schaffen, indem sie die Erfordernisse und Erwartungen von Kunden und anderen relevanten interessierten Parteien erfüllen (DIN - Deutsches Institut für Normung e.V. 2015, S. 10).

Nach DIN ISO 9000:2015 ist Qualität definiert als: "Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale eines Objekts Anforderungen erfüllt." (DIN - Deutsches Institut für Normung e.V. 2015, S. 39). SEGHEZZI et al. unterteilt das Qualitätsmanagement in strategisch-normative und operative Tätigkeiten (Seghezzi et al. 2013). Dabei umfassen die strategisch-normativen Tätigkeiten bspw. die Definition und Umsetzung einer Qualitätsstrategie und -politik. Qualitätsmanagementsysteme verankern und standardisieren die Tätigkeiten nachhaltig im Unternehmen. Risikomanagement, Qualitätsplanung und -lenkung werden den operativen Tätigkeiten zugeordnet (Seghezzi et al. 2013). Zur strukturellen Bewertung vorgeschlagener Qualitätsverbesserungen werden z.B. der *kontinuierliche Verbesserungsprozess* (KVP) sowie der Plan-Do-Check-Act-Zyklus (PDCA) verwendet (Schuh et al. 2008b, S. 17). SCHUH et al. nennt folgende Ansatzpunkte für Anlaufstrategien (Schuh et al. 2008b, S. 17):

- Strukturierte Planung des Qualitätsniveaus und der Prüfparameter anhand von konkreten Kundenanforderungen,
- inhaltliche und prozessuale Abstimmung der Qualitätsplanung mit Supply-Chain-Partnern mittels standardisierter Techniken (QFD, Reifegrad- und Meilenstein-Controlling),
- frühzeitige Identifizierung potenzieller Schwachstellen (FMEA, Lieferantenbewertung),
- Nutzung von Industriestandards (z.B. ISO9001),
- Implementierung von KVP- und Lieferantenentwicklungsprozessen.

4 - Risikomanagement

Unter Risikomanagement werden systematische Herangehensweisen zusammengefasst, die der Identifizierung und Bewertung potenzieller Risiken und anschließender Ableitung geeigneter Maßnahmen wie bspw. Risikoverhütung oder -minderung dienen. Unternehmen sind gesetzlich dazu verpflichtet, ein Überwachungssystem (Risikomanagement) zur Früherkennung gefährdeter Entwicklungen einzusetzen (Burghardt 2006, S. 302). WILDEMANN misst dem Risikomanagement eine hohe Bedeutung für den Serienanlauf bei (Wildemann 2004).

ZÄH et al. beschreibt ein Risikomanagement-Prozess, der sich in vier Phasen unterteilt: Risikoidentifikation, -bewertung, -steuerung und -überwachung (Zäh et al. 2004). Zur strukturellen Analyse von Risiken und Risikofolgen eignen sich Methoden wie bspw. FMEA und FTA. Sie ermöglichen

die Eliminierung potenzieller Fehler, Schwachstellen und Risiken im Vorfeld. Die Identifizierung potentieller Risiken kann durch den Einsatz von Kreativitätstechniken wie bspw. Brainstorming oder Ishikawa (Ursache-Wirkungs-Diagramm) unterstützt werden (Bischoff 2007, S. 41).

5 - Änderungsmanagement

Technische Änderungen sind notwendige nachträgliche Anpassungen an bereits freigegebenen Entwicklungsständen (Zanner et al. 2002). Sie beinhalten immer eine Änderung der Dokumentation bzw. Datenbasis (Niemerg 1997, S. 47).

Produktänderungen können 30 bis 50%, in Einzelfällen bis zu 70% der Entwicklungskapazitäten beanspruchen (Lindemann 1998, S. 2). Änderungsmanagement soll die Termintreue der Prozesse im Serienanlauf sicherstellen und die Durchlaufzeiten reduzieren (Schuh et al. 2008b, S. 216). Auslöser für Änderungen können Gesetzesänderungen, interne Fehler, Qualitäts- und Sicherheitsprobleme, veränderte Kundenwünsche sowie eine veränderte Markt- und Wettbewerbssituation sein (Zanner et al. 2002). Auch treten Probleme oft erst dann in Erscheinung, wenn sie im Kontext der benachbarten Komponenten stehen (Kuhn et al. 2002, S. 24). Änderungen bringen Konsequenzen mit sich. So führen sie zu steigendem Zeitdruck und einem erhöhten Personalaufwand in planerischen Abteilungen. Ebenso können Kosten und Zeitverzögerungen aufgrund von Werkzeugänderungen entstehen (Kuhn et al. 2002, S. 24).

Um den zeitlichen und finanziellen Aufwand gering zu halten, sollten Änderungen vermieden oder in eine frühe Planungsphase vorverlagert werden (Schuh et al. 2008b; Jania 2005; Aßmann 1998). SCHUH et al. teilt das Änderungsmanagement in Änderungsplanung, -ausführung und -absicherung ein (Schuh et al. 2008b, S. 217). LINDEMANN hingegen unterteilt das Thema detaillierter in Vermeidung, Früherkennung, Problemanalyse, Lösungsfindung, Bewertung und Entscheidung. Die Erkenntnisse werden mit Hilfe einer sog. lernorientierten Auswertung im Sinne eines KVP ausgewertet (Lindemann 1998).

Als Schlüsselrolle für ein erfolgreiches Änderungsmanagement wird oft die Kommunikation von Problemen und Änderungen innerhalb und über Unternehmensgrenzen hinweg genannt (Kuhn et al. 2002; Schuh et al. 2008b). ZANNER et al. betont die Bedeutung des Vertrauensverhältnisses für den Informationsaustausch und schlägt informelle standortübergreifende Treffen der Entwickler vor. Die Zuordnung eines verantwortlichen Mitarbeiters für die Abwicklung einer Änderung soll helfen, die Schnittstellenprobleme bei der arbeitsteiligen Arbeitsweise zu überwinden (Zanner et al. 2002, S. 42). Weiterhin werden eine einheitliche Terminologie (Zanner et al. 2002) und Datenbasis sowie ein durchgängiges Versionsmanagement (Kuhn et al. 2002) als Erfolgsfaktoren genannt.

6 - Kooperationen

Unter dem Stichwort Kooperationen werden Maßnahmen zusammengefasst, die die unternehmensinterne und -übergreifende Zusammenarbeit verbessern. Gegenstand der Untersuchungen sind meist Informationsflüsse. So verspricht KUHN et al. einerseits verbesserte horizontale sowie vertikale Integration der Zulieferer, andererseits eine verbesserte Synchronisation der Anlaufaktivitäten. Dadurch können Fehlerquellen, Änderungsaufwände, Kosten und Zeitbedarfe von Anläufen erheblich reduziert werden (Kuhn et al. 2002, S. 26).

Eingesetzt werden ganzheitliche Ansätze wie bspw. übergreifende Transparenz von Daten und Prozessen sowie eine bedarfsgerechte Gestaltung der Schnittstellen (Kuhn et al. 2002).

7 - Lieferanten

Aufgabe des Lieferantenmanagements ist, die Ziele, Werte und Verhaltensnormen bzgl. der Zusammenarbeit mit Lieferanten festzulegen (Schuh et al. 2008b). Die Bedeutung des Lieferantenmanagements nimmt in Folge sinkender Wertschöpfungstiefe stetig zu.

Kernaufgabe ist die Auswahl und Integration der richtigen Lieferanten. Dabei sollte sich ein Unternehmen möglichst früh auf optimale Lieferanten konzentrieren und diese gezielt in den Anlauf integrieren (Schuh et al. 2008b). Um eine reibungslose Zusammenarbeit zu ermöglichen, schlägt FALZMANN eine regelmäßige Bewertung der Lieferanten vor (Falzmann 2007). Damit möglichst schnell Änderungen durchgeführt werden können, sollten die Ergebnisse der Bewertungen zeitnah an die Lieferanten kommuniziert werden (Hofbauer et al. 2016, S. 70).

8 - Logistik

Die Logistik beinhaltet die Koordinierung aller Material- und Informationsflüsse und Prozesse von Auftrag bis Auslieferung des Endprodukts. Die strategische Ebene beinhaltet die Entwicklung und Gestaltung der Wertschöpfungsnetzwerke und Prozesse nach logistischen Prinzipien. Die operative Ebene beinhaltet die Lenkung und Kontrolle der Material- und Informationsflüsse und der dazugehörigen Prozesse. Hauptziel der Logistik ist, durch Gestaltung und Lenkung der logistischen Prozesse die Kundenbedürfnisse in den ökologischen, ökonomischen und sozialen Dimensionen optimal zu erfüllen (Schmitt 2015, S. 28).

Die Bedeutung der Logistik für die Anlaufphase ist durch die Globalisierung der Märkte, Just-in-time-Konzepte und Reduzierung der Wertschöpfungstiefe gestiegen. Die Logistik hat zwei spezielle Funktionen in der Anlaufphase. Zum einen muss sie den Materialfluss der ersten Produkte bewerkstelligen. Zum anderen erprobt sie bereits Logistikprozesse für die Serie. Durch den Querschnittscharakter der Logistik ist eine Abstimmung mit anderen Funktionsbereichen und der Logistik anderer Unternehmen erforderlich (Pfohl et al. 2000, S. 1189).

9 - Produktionssysteme

Unter Produktionssysteme und Produktionsmanagement werden alle Tätigkeiten verstanden, die die physische Herstellung von Produkten ermöglichen. Dazu gehören nach KUHN et al. die Subsysteme Fertigung, Montage und Logistik (Kuhn et al. 2002). Das Subsystem Logistik wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit jedoch einzeln betrachtet. Weiterhin führt KUHN et al. den Begriff *Anlaufrobuste Produktionssysteme* ein. *Anlaufrobuste Produktionssysteme* zeichnen sich dadurch aus, dass sie agil auf späte Änderungen und Stückzahlschwankungen reagieren (Bischoff 2007, S. 20).

SCHUH et al. unterteilt das Produktionsmanagement in drei Teilespekte: Werksstruktur- und Betriebsmittelplanung, Standardisierung in der Produktion und Mitarbeiterqualifikation und -befähigung (Schuh et al. 2008b, S. 177). BISCHOFF nennt die Ermittlung von Reifegraden für Prozesse als zentralen Bestandteil des Produktionsmanagements (Bischoff 2007, S. 20).

Die Tatsache, dass im Serienanlauf noch keine Serienbedingungen herrschen, stellt eine enorme Herausforderung dar. Bspw. stammen die Zuliefererteile aus Vorserienwerkzeugen oder entsprechen einem veralteten Entwicklungsstand (Kuhn et al. 2002, S. 21).

Begrenzung des Grundgerüsts

Die erforderliche Limitierung der Quellenanzahl, entsprechend der Vorgabe bezüglich des Umfangs der vorliegenden Arbeit, führt dazu, dass einige Aspekte des Grundgerüsts nicht analysiert werden können. Grundlage der Auswahl ist eine kombinierte Bewertung der Relevanz sowie der ersten Literaturrecherche. Die Bewertung in Tabelle 2.4 ergibt, dass die Aspekte Kooperationen, Lieferanten sowie Logistik in dieser Arbeit nicht weiter untersucht werden.

Tabelle 2.4: Bewertung der Aspekte des Grundgerüsts

Aspekte	ST	OG	PL	RG	PE	WM	QM	RM	ÄM	KO	LI	LO	PS
Quellenanzahl	3,0	8,0	4,0	12,0	2,0	7,0	2,0	5,0	4,0	1,0	2,0	1,0	3,0
→ normiert	0,3	0,7	0,3	1,0	0,2	0,6	0,2	0,4	0,3	0,1	0,2	0,1	0,3
Relevanz für LSU	5,0	5,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	5,0	3,0	2,0	2,0	1,0	4,0
→ normiert	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	1,0	0,6	0,4	0,4	0,2	0,8
Gesamt	0,6	0,8	0,6	0,9	0,5	0,7	0,4	0,7	0,5	0,2	0,3	0,1	0,5

Aufgrund der großen Überschneidungen zwischen den Aspekten Strategie und Organisation werden sie im nächsten Kapitel zusammenhängend betrachtet.

3 Durchführung

In diesem Kapitel werden geeignete Methoden und Gestaltungsempfehlungen aus der Literaturrecherche identifiziert und vorgestellt. Als Rahmen dient das zuvor in Abschnitt 2.3 entwickelte Grundgerüst, welches eine Einteilung in konzeptionell-strategische und operative Aspekte vorsieht.

3.1 Strategie & Organisation

Dombrowski-2009a - Lean Ramp-up. Ein Organisationsmodell

DOMBROWSKI et al. entwickelt ein Organisationsmodell für das Lean Ramp-up (Dombrowski et al. 2009a). Kerngedanke ist der effiziente Einsatz von Mitarbeitern durch zielgerichtete Verwendung von standardisierten Methoden und Werkzeugen. DOMBROWSKI et al. kritisiert zum einen den isolierten Einsatz von Methoden und Werkzeugen sowie fehlende bereichsübergreifende Zusammenarbeit, zum anderen den Einsatz von auf Großunternehmen zugeschnittenen Lösungen in KMU. Grundlage für den hier entwickelten Ordnungsrahmen ist das Modell des *Ganzheitlichen Produktionssystems* (GPS). Dazu wurde das GPS entlang des Produktentstehungsprozesses (PEP) auf den Serienanlauf erweitert und der Lösungsansatz des Lean Ramp-up entwickelt. Die drei wesentlichen Gestaltungskomponenten werden im Folgenden erläutert.

Klassifizierung von Serienanläufen

Serienanläufe werden bisweilen noch als aufwändig zu etablierendes Projekt angesehen (Kuhn et al. 2002). Jedoch lassen sich wiederkehrende Elemente im Serienanlauf in Form von Referenzprozessen abbilden. Hierzu werden Referenzprozesse für bestimmte Serienanlaufklassen definiert. Die Klassifizierung erfolgt sowohl nach Grad der Produkt- bzw. Prozessänderung (Kuhn et al. 2002; Hertrampf et al. 2008) als auch nach Komplexität. Die Komplexität ergibt sich bspw. aus Fertigungstiefe, Variantenvielfalt, Stückzahl oder der Anzahl der Lieferanten.

Die Klassifizierung erfolgt in drei Stufen (s. Abb. 3.1). Der *Neuanlauf* zeichnet sich durch die Einführung eines neuen Produkts oder Prozesses aus. Beim *Änderungsanlauf* wird ein Produkt oder Prozess mit wesentlichen Änderungen eingeführt. Der *Wiederholungsanlauf* beschreibt den Anlauf eines nahezu unveränderten Produkts mit standardisierten Prozessen nach einer längeren Pause. Es wird eine Unterteilung in weitere Unterklassen vorgeschlagen, für die jeweils Referenzprozesse

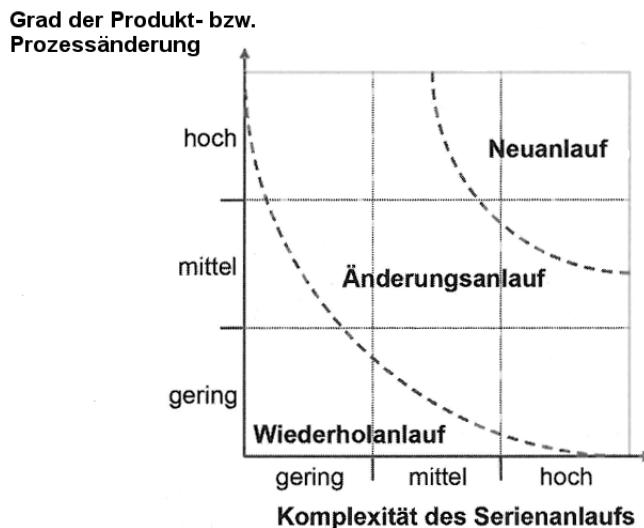


Abbildung 3.1: Klassifizierung des Serienanlaufs (modifiziert nach Dombrowski et al. 2009a)

definiert werden. Durch Klassifizierung und den Einsatz der Referenzprozesse kann sich das Unternehmen auf kritische Anlaufprozesse konzentrieren und ein gleichzeitiges Agieren an allen Fronten vermeiden.

Organisatorische Verankerung des Ordnungsrahmens

Erst durch die Zuordnung der Methoden und Werkzeuge zu den betreffenden Prozessen und Mitarbeitern im Ordnungsrahmen werden Aufwand und Komplexität im Serienanlauf reduziert. Dazu wurde der GPS Ordnungsrahmen für das Lean Ramp-up zu einer Matrixstruktur weiterentwickelt. Dieser integriert inhaltlich zusammengehörende Serienanlaufprozesse in sog. Handlungsfelder. DOMBROWSKI et al. definiert ein Handlungsfeld als einen Rahmen zur inhaltlichen Strukturierung des Serienanlaufs, welches stets das beschreibt, was im Serienanlauf verrichtet werden muss. Über die Verknüpfung zu den Gestaltungsfeldern wird definiert, wie die Dinge, d.h. mit welchen Werkzeugen sie ausgeführt werden müssen. Die Werkzeuge dienen in diesem Zusammenhang hauptsächlich der Umsetzung der Methoden.

Auswahl von Methoden und Werkzeugen mit Hilfe des QFD

DOMBROWSKI et al. sieht einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil im Einsatz perfekt aufeinander abgestimmter Methoden und Werkzeuge und deren perfekte Ausrichtung an die Kundenanforderungen.

Das *Quality Function Deployment* (QFD) eignet sich gut für die Analyse und Darstellung solch komplexer Korrelationen. In diesem Fall erfolgt die Auswahl von Methoden und Werkzeugen in einem zweistufigen QFD (s. Abb. 3.2).

Zunächst werden die detaillierten Ziele mit den Handlungsfeldern, Prozessen und Ergebnissen in Beziehung gesetzt und anschließend gewichtet. Ggf. kann bestehendes Wissen aus bisherigen

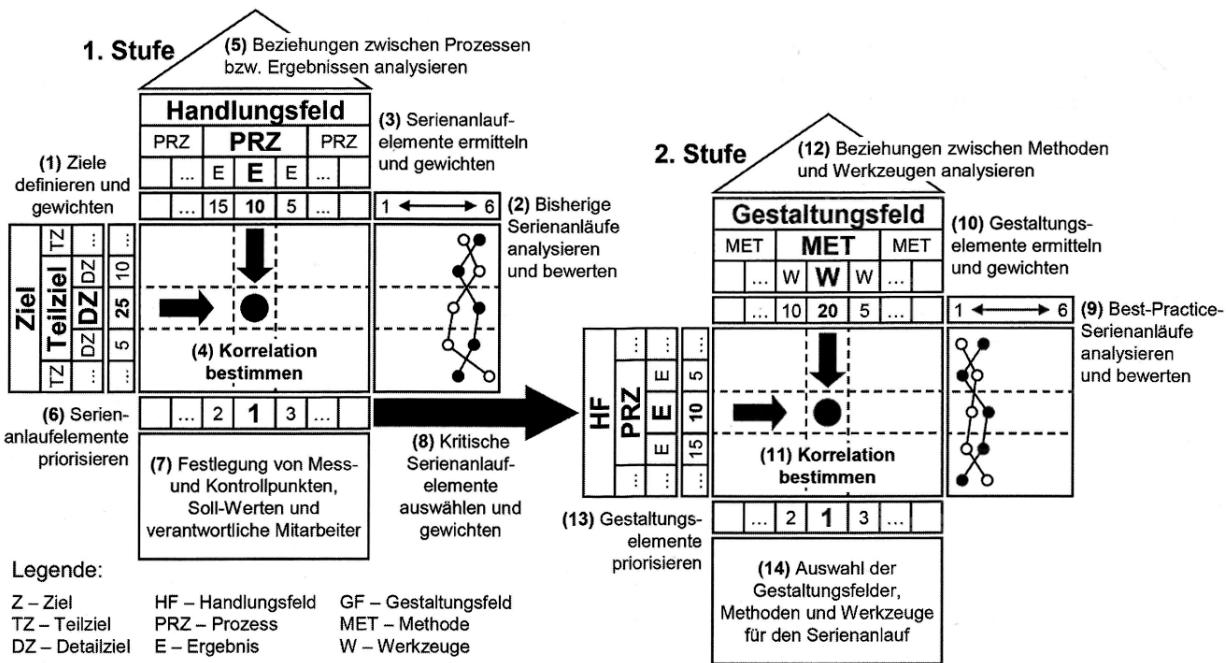


Abbildung 3.2: Systematische Auswahl von Methoden und Werkzeugen mittels QFD (Dombrowski et al. 2009a)

Serienanläufen bei der Bewertung hinzugezogen werden. Ziel ist die Identifikation und Priorisierung der kritischen Handlungsfelder, Prozesse und Ergebnisse. Nach erfolgter Priorisierung werden Mess- und Kontrollpunkte sowie dazugehörige Soll-Werte definiert.

Der zweite Schritt erfolgt analog zum Ersten, mit dem Unterschied, dass zusätzlich die Gestaltungsfelder, Methoden und Werkzeuge hinzugezogen, in Beziehung gesetzt und gewichtet werden. In Punkt (14) auf Abbildung 3.2 befinden sich dann schließlich die ausgewählten Gestaltungsfelder, Methoden und Werkzeuge für das Lean Ramp-up.

Dombrowski-2011a - Lean Ramp-up. Handlungs- und Gestaltungsfelder

DOMBROWSKI et al. entwickelt das weiter oben vorgestellte Modell (vgl. Dombrowski et al. 2009a) weiter und präzisiert die Definitionen für den Lean Ramp-up Ordnungsrahmen, die Handlungs- und Gestaltungsfelder (Dombrowski et al. 2011a).

Der Lean Ramp-up Ordnungsrahmen

Der Ansatz des Lean Ramp-up verfolgt die Einführung eines *Ganzheitlichen Produktionssystems* (GPS) bereits während des Serienanlaufs. Dazu bedarf es jedoch eines eigenen Ordnungsrahmens. Der Lean Ramp-up Ordnungsrahmen, wie auf Abbildung 3.3 zu sehen, hat die Aufgabe, die Gestaltung der Zielerreichung des Serienanlaufs auf verschiedenen Abstraktionsebenen darzustellen und zu gestalten.

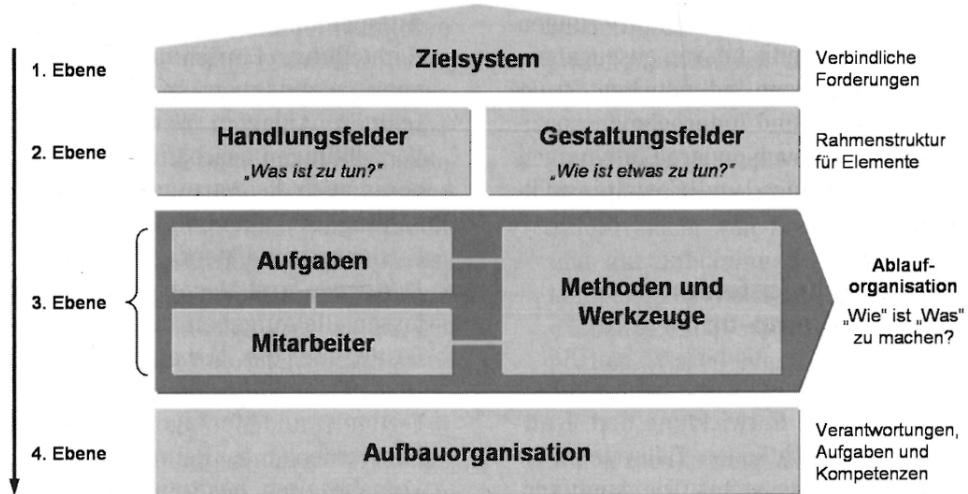


Abbildung 3.3: Der Lean Ramp-up Ordnungsrahmen (Dombrowski et al. 2011a)

1. In der ersten Ebene wird das Zielsystem beschrieben. Dabei werden auch Teilziele definiert und zueinander in Beziehung gesetzt. Ein klar strukturiertes Zielsystem bildet die verbindlichen Forderungen ab, welche die Grundlage für die darunter liegenden Ebenen bilden.
2. In der zweiten Ebene liegen die Handlungs- und Gestaltungsfelder. Die Handlungsfelder (s. Abb. 3.4) beschreiben, "was" im Serienanlauf getan werden muss. Es beinhaltet die Aufgaben, welche das Erreichen der Teilziele unterstützen. Die Zuständigkeiten für die Erledigung der Aufgaben werden an die Mitarbeiter über sog. Rollen zugeordnet. Eine Rolle ist bspw. der Montageleiter. Die Gestaltungsfelder (s. Abb. 3.5) beschreiben, "wie" die Dinge getan werden sollen. Sie bilden einen thematischen Rahmen für inhaltlich ähnliche Methoden und Werkzeuge, die die Teilziele unterstützen. Methoden sind planmäßige Vorgehensweisen wie z.B. der Problemlöseprozess, der mit dem Werkzeug FMEA realisiert werden kann.
3. In der dritten Ebene werden die Beziehungen zwischen Aufgaben, Mitarbeitern (Rollen), Methoden und Werkzeugen mittels der Ablauforganisation abgebildet. Dies gewährleistet eine systematische Prozessorientierung im Serienanlauf.
4. In der vierten Ebene werden die Ebenen 1-3 in der Aufbauorganisation verankert. Sie regelt die Aufteilung der Verantwortlichkeiten, Aufgaben und Kompetenzen auf verschiedene Organisationseinheiten sowie deren Beziehungen untereinander.

Die Handlungsfelder im Lean Ramp-up

Mit Hilfe der zehn Handlungsfelder (s. Abb. 3.4) erfolgt die strukturelle Entwicklung und Realisierung der Teilsysteme des Produktionssystems. Ihre Aufgabe besteht darin, den Serienanlauf effektiv zu gestalten. Die Handlungsfelder unterstützen die Erreichung der Teilziele, die Forderungen an die Ergebnisse stellen, sog. Systemziele. Ihre Erreichung hat oberste Priorität.

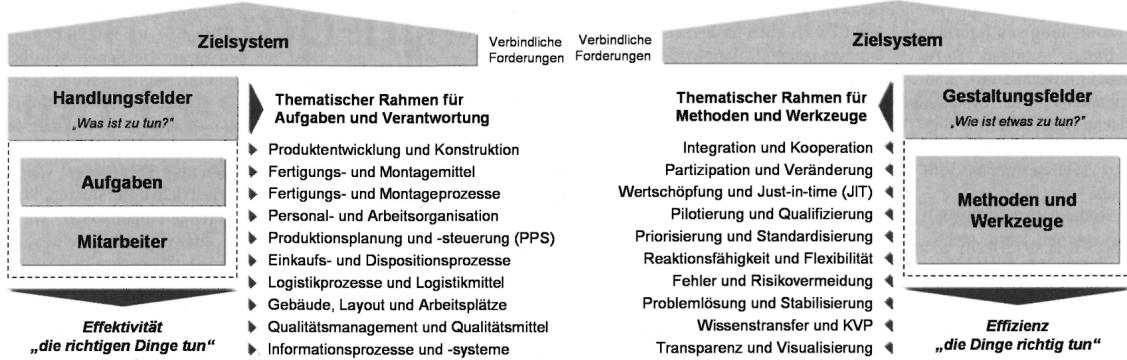


Abbildung 3.4: Die Handlungsfelder im Lean Ramp-up (Dombrowski et al. 2011a)

Abbildung 3.5: Die Gestaltungsfelder im Lean Ramp-up (Dombrowski et al. 2011a)

Aufgrund der Interdependenzen zwischen den Handlungsfeldern ist eine ganzheitliche Betrachtungsweise bei der Umsetzung zwingend erforderlich. Eine detaillierte Beschreibung der zehn Handlungsfelder findet sich im Anhang A.3.

Die Gestaltungsfelder im Lean Ramp-up

Die zehn Gestaltungsfelder (s. Abb. 3.5) unterstützen die Verbesserung des Serienanlaufs. Die davon abgeleiteten Methoden und Werkzeuge sorgen für Effizienz im Anlauf. Die Gestaltungsfelder unterstützen die Erreichung der Teilziele, die Forderungen an die Abwicklung stellen, sog. Vorgehensziele. Deren Erreichung ist im Vergleich zu den zuvor formulierten Systemzielen sekundär. Auch hier stehen die Elemente in enger Beziehung zueinander. Einige Methoden oder Werkzeuge unterstützen mehrere Teilziele gleichzeitig. Dies reduziert die Komplexität der Elemente und vereinfacht die Anwendung. Eine detaillierte Beschreibung der zehn Gestaltungsfelder findet sich im Anhang A.3.

Dombrowski-2011b - Lean Ramp-up: Schwerpunkte im Anlaufmanagement

DOMBROWSKI et al. entwickelt hier Schwerpunkte für die Realisierung eines Lean Ramp-up (Dombrowski et al. 2011b). Grundlage bietet der zuvor beschriebene Ordnungsrahmen mit den Handlungs- und Gestaltungsfeldern (s. Abb. 3.3 sowie 3.4 und 3.5). Es werden Schwerpunkte für verschiedene Timing-Strategien entwickelt, die auf die generischen Ziele Qualität, Kosten und Zeit aufbauen. Mit Hilfe der Schwerpunkte kann sich ein Unternehmen im Serienanlauf darauf konzentrieren, die „richtigen“ Dinge „richtig“ zu verrichten. Sie lassen sich aufgrund der Orientierung an den generischen Zielen weitestgehend auf jeden Serienanlauf anwenden.

Schwerpunktbildung im Anlaufmanagement

Mit Hilfe der Schwerpunkte kann sich das Anlaufmanagement von Beginn an auf die kritischen Themenstellungen effektiv und effizient konzentrieren. Ein gleichzeitiges Agieren auf allen Fronten wird somit vermieden. Als Schwerpunkte werden diejenigen Elemente bezeichnet, welche einen besonders hohen Beitrag zur Zielerreichung leisten. Die Auswahl der Schwerpunkte erfolgt in drei Schritten:

1. Festlegung und Priorisierung der strategischen Ziele,
2. Ausrichtung der Handlungs- und Gestaltungsfelder an den Zielen,
3. Priorisierung und Auswahl der Schwerpunkte.

Ziele und Zieltypen im Produktionsanlauf

Die Kategorisierung in Zieltypen erfolgt anhand des Markteintrittspunkts. Diese Unterteilung in sog. Timing-Strategien in Form von *First-Mover* und *Follower* ist in der Literatur bereits zu finden. Neu ist der Zieltyp *Repeater*. Jeder Zieltyp wird dadurch charakterisiert, dass dieser die Zieldimensionen Qualität, Kosten und Zeit unterschiedlich hoch priorisiert.

First-Mover Der *First-Mover* priorisiert den Faktor Zeit. Er möchte so schnell wie möglich ein Produkt entwickeln und in den Markt drängen. Er strebt eine Vorreiterposition und langfristig die Monopolstellung an. Ferner möchte er mit der Errichtung von Markteintrittsbarrieren wie bspw. Patenten, hohen Marktanteilen und einem Erfahrungsvorsprung potentielle Wettbewerber schwächen. Nachteile sind hohe Risiken, Unsicherheiten und Kosten für die Markterschließung.

Follower Der *Follower* priorisiert entweder den Faktor Qualität oder Kosten, je nachdem, ob er die Qualitäts- oder Kostenführerschaft anstrebt. Der Markteintritt erfolgt nach erfolgreicher Markterschließung durch Wettbewerber. Somit können Anfängerfehler vermieden und Produkte schneller entwickelt werden. Als Nachteile werden teilw. hohe Markteintrittsbarrieren genannt.

Repeater Der *Repeater* kann sich auf eines der drei generischen Zieldimensionen konzentrieren. Er zeichnet sich durch die zyklisch wiederholende Nachfrage eines bereits eingeführten Serienprodukts wie z.B. bei saisonalen Konsumgütern aus. In diesem Fall kann das Unternehmen bei jedem Neuanlauf die Marktposition weiter ausbauen und intern kontinuierliche Verbesserung der Prozesse und Produkte anstreben. Allerdings kann sich die Strategie nachteilig auf die Entwicklung neuer Produkte auswirken.

Schwerpunkte der Zieltypen im Anlaufmanagement

First-Mover Der Fokus des *First-Mover* liegt in der Zieldimension Zeit. Die Bewertung der Handlungs- und Gestaltungsfelder sowie die Auswahl der Schwerpunkte sind im Anhang auf Abbildung A.2 zu erkennen. Engpässe entstehen meist extern in der Beschaffung von Serienteilen, Fertigungs- und Montagemitteln. Die termingerechte Verfügbarkeit hat oberste Priorität. Da die Beschaffungszeiten sich oft nicht verkürzen lassen, muss die Beschaffung vorgezogen oder abgesichert werden. Des Weiteren ergibt sich durch den erstmaligen Praxiseinsatz der Wertschöpfungskette eine stark erhöhte Komplexität. Um die Komplexität zu beherrschen, empfiehlt sich eine hohe Abstimmung mit der gesamten Wertschöpfungskette. Besonders wichtige Lieferanten sollten intensiv betreut und eine langfristige Partnerschaft angestrebt werden. Intern empfiehlt sich eine enge strategische und operative Zusammenarbeit von Einkauf, Disposition und Produktionsplanung.

Follower (Kosten) Der Fokus des *Follower (Kosten)* liegt in der Zieldimension Kosten. Die Bewertung der Handlungs- und Gestaltungsfelder sowie die Auswahl der Schwerpunkte sind im Anhang auf Abbildung A.3 zu erkennen. Die Produktentwicklung hat einen hohen Einfluss auf spätere Herstellkosten (Ehrlenspiel et al. 2014, S. 14).

Kostentreiber sind insbesondere eine hohe Komplexität und Varianz in der Produktstruktur. Abhilfe schafft eine angemessene Standardisierung der Produkte und Komponenten. Auch die Qualitätssicherung und Instandhaltung bergen hohe Kosten durch unentdeckte Fehler und Risiken. Dem kann mit Hilfe von frühzeitiger Fehler- und Risikovermeidung begegnet werden. Weiteres Potential steckt in laufenden Kosten wie bspw. Personalkosten, Materialkosten und einmaligen Investitionen in Produktionsmittel. Einsparungen können bereits in der Anlaufphase durch konsequente Eliminierung von Verschwendungen erreicht werden.

Follower (Qualität) Der Fokus des *Follower (Qualität)* liegt in der Zieldimension Qualität. Die Bewertung der Handlungs- und Gestaltungsfelder sowie die Auswahl der Schwerpunkte sind im Anhang auf Abbildung A.4 zu erkennen. Die Produktqualität sollte in den frühen Phasen des Produktentstehungsprozesses (PEP) verbessert werden. Die Behebung der Ursachen von Qualitätsproblemen in der laufenden Produktion ist mit erhöhtem Aufwand und Kosten verbunden. Präventive Qualitätssicherung kann bereits im PEP Fehlerursachen mit niedrigem Aufwand beseitigen. In der reaktiven Qualitätssicherung kann bspw. ein standardisierter Problemlöseprozess mit zugeordneten Methoden und Werkzeugen effektiv und effizient Problemursachen in der laufenden Produktion beseitigen. Weiterhin können umfassende Pilotversuche frühzeitig Probleme erkennen. Weitere daraus gewonnenen Erfahrungen können in die spätere Produktion mit einfließen.

Repeater Die Schwerpunkte für *Repeater* werden nicht gesondert erläutert, da sie abhängig von der gewählten Zieldimension den bereits vorgestellten Herangehensweisen entsprechen.

Dombrowski-2017a - Lean Ramp-up: Ein Organisationsmodell für das Anlaufmanagement

DOMBROWSKI et al. integriert einen Plan-Do-Check-Act-Zyklus (PDCA) in den weiter oben entwickelten Lean Ramp-up Ordnungsrahmen (vgl. Dombrowski et al. 2009a) und entwickelt ein Vorgehen in zehn Schritten zur unternehmensspezifischen Gestaltung eines Lean Ramp-up Organisationsmodells (Dombrowski et al. 2017).

Integration des PDCA-Zyklus in den Lean Ramp-up Ordnungsrahmen

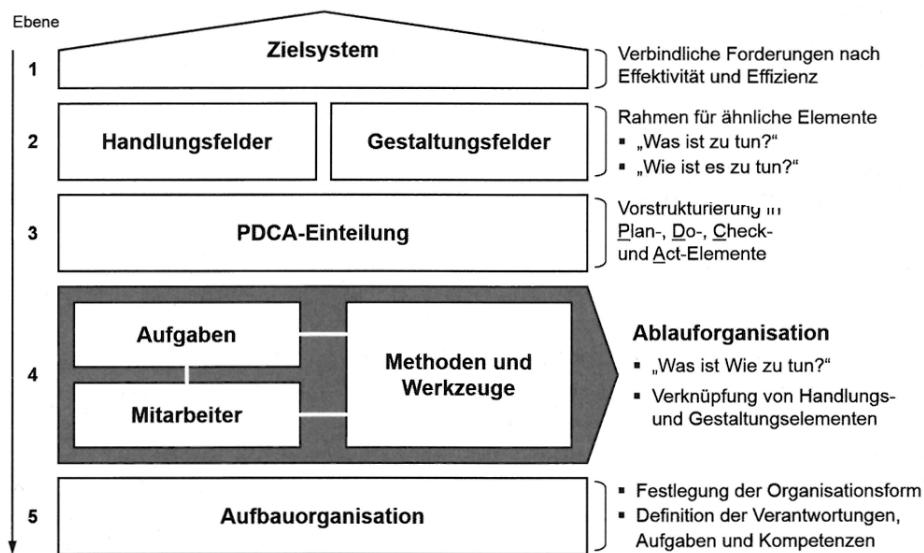


Abbildung 3.6: Der Lean Ramp-up Ordnungsrahmen (Dombrowski et al. 2017)

Der weiter oben bereits vorgestellte Lean Ramp-up Ordnungsrahmen (vgl. Dombrowski et al. 2011a) hat die Aufgabe, die Gestaltung der Zielerreichung des Serienanlaufs auf verschiedenen Abstraktionsebenen darzustellen und zu gestalten. An dieser Stelle wird der vorhandene Ordnungsrahmen (s. Abb. 3.3) um eine Abstraktionsebene erweitert, mit dem Ziel, den PDCA-Zyklus nachhaltig zu integrieren (s. Abb. 3.6). Für eine Beschreibung der Abstraktionsebenen Zielsystem, Handlungs- und Gestaltungsfelder, Ablauforganisation und Aufbauorganisation wird auf den vorangegangenen Abschnitt verwiesen.

Die neue, dritte Ebene wird an dieser Stelle neu eingeführt und hat die Aufgabe, die in den Handlungs- und Gestaltungsfeldern gebündelten Aufgaben in den PDCA-Zyklus zu integrieren. Dies erfolgt, in dem die Aufgaben den einzelnen PDCA-Phasen zugeordnet werden. Dadurch werden zum einen die Gestaltung von gleichförmigen Prozessen, zum anderen die Verknüpfung der Elemente untereinander vereinfacht. Beides wird durch die PDCA-Strukturierung vereinfacht, da gleichzeitig

weniger Elemente miteinander in Beziehung stehen. Die Komplexität der Systemgestaltung wird reduziert. Für die Zuteilung der Mitarbeiter-Rollen ist keine PDCA-Einteilung vorgesehen, da dies bereits durch die PDCA-Einteilung der Aufgaben erfolgt.

Unternehmensspezifische Gestaltung des Lean Ramp-up Organisationsmodells in zehn Schritten

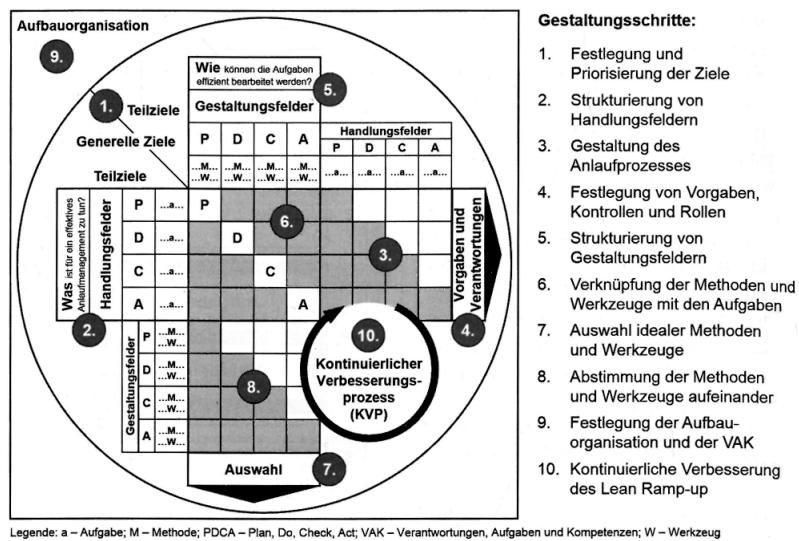


Abbildung 3.7: Vorgehen zur Gestaltung eines Lean Ramp-up Organisationsmodells (Dombrowski et al. 2017)

DOMBROWSKI et al. stellt eine auf der *Quality Function Deployment*(QFD)-Methode basierende Vorgehensweise vor, um die bisher vorgeschlagenen Konzepte im Unternehmen zu implementieren (s. Abb. 3.7). Während die Schritte vier und neun bei jedem Anlauf neu durchgeführt werden sollten, sind die restlichen nur bei Erstimplementierung oder im Rahmen einer Weiterentwicklung durchzuführen.

1. Im ersten Schritt wird das Zielsystem definiert. Es besteht aus generellen Zielen und untergeordneten Teilzielen. Sie setzen die Vision, Mission und Strategie des Unternehmens um. Die generellen Ziele und Teilziele werden zuerst definiert und anschließend priorisiert. Wie bereits in vorherigen Abschnitten beschrieben (vgl. Dombrowski et al. 2011a), wird zwischen System- und Vorgehenszielen unterschieden.
2. Die Handlungsfelder werden gemäß der generellen Ziele und der Systemziele definiert. Hier setzt auch der PDCA-Ansatz an, der sich bis hin zum letzten Vorgehensschritt fortsetzt. Dies bedeutet, dass von nun an alle Elemente einer der PDCA-Phasen zugeordnet werden.
3. Ein Anlaufprozess in Form eines Netzplans wird erstellt. Grundlage bietet die Analyse der Vorgänger-Nachfolger Beziehungen der Aufgaben.

4. Der zuvor erstellte Anlaufprozess wird durch Prozess- und Kontrollvorgaben ergänzt und entsprechenden Mitarbeiter-Rollen zugeordnet. An dieser Stelle sind bereits alle wesentlichen Elemente für den effektiven Produktionsanlauf definiert.
5. Die Gestaltungsfelder werden gemäß der generellen Ziele und der Vorgehensziele definiert. Für jede PDCA-Phase werden relevante Methoden und Werkzeuge definiert und den entsprechenden Gestaltungsfeldern zugeordnet.
6. Die Ablauforganisation wird definiert. Dies geschieht, indem die Methoden und Werkzeuge mit dem Aufgaben in der Matrixstruktur verknüpft werden. Mit Hilfe von sog. PDCA-Matrizen werden die Korrelationen zwischen den Elementen analysiert und bewertet.
7. Methoden und Werkzeuge werden durch Auswertung der Korrelationsergebnisse ausgewählt. Da die Elemente noch nicht aufeinander abgestimmt sind, stellt dies zunächst eine Vorauswahl dar.
8. Der achte Schritt bildet mit dem vorherigen eine Optimierungsschleife. Synergien und Konflikte zwischen den Methoden und Werkzeugen werden in einer Beziehungsmatrix analysiert und bei Anpassungsbedarf wird Schritt sieben wiederholt. Sobald die Elemente aufeinander abgestimmt sind, ist die Auswahl nicht mehr vorläufig und gewährleisten einen effizienten Produktionsanlauf.
9. Die Aufbauorganisation mit den dazugehörigen Verantwortungen, Aufgaben und Kompetenzen wird nun definiert. Dieser Schritt bildet die Grundlage für die organisatorische Verankerung des Lean Ramp-up Organisationsmodells im Unternehmen.
10. Die Gestaltung eines KVP ist Voraussetzung für einen nachhaltigen und dauerhaften Erfolg. Dabei ist darauf zu achten, dass sich der KVP-Prozess auf alle Ebenen erstreckt.

3.2 Planung

Quasdorff-2016 - Lean Management und Digitale Fabrik

QUASDORFF et al. behandelt die Schnittmengen von Lean Management und der Digitalen Fabrik (Quasdorff et al. 2016). Die Digitale Fabrik umfasst die Abbildung und Simulation von Produkt, Prozess und Ressourcen in einem Informationssystem. Während für die Digitale Fabrik die Datenbasis für den Erfolg ausschlaggebend ist, muss die Lean Philosophie aktiv im Unternehmen gelebt werden. Beim gleichzeitigen Einsatz beider Methoden sind große Synergieeffekte zu erwarten. Die Digitale Fabrik unterstützt die Vermeidung von Muda (Verschwendungen), Mura (Unausgeglichenheit) und Muri (Überbeanspruchung). Durch die zunehmende Digitalisierung (Industrie 4.0 bzw. IoT)

wächst die Bedeutung von Quellen der Verschwendungen im Bereich der Informationstechnik und der Datenverarbeitung.

Bei der Gestaltung der Digitalen Fabrik müssen einige Aspekte beachtet werden. So ist die konsequente Anwendung von Lean Prinzipien Voraussetzung für die Digitale Fabrik. Schlanke Prozesse und deren Standardisierung sorgen dafür, dass die Komplexität der Modelle der Digitalen Fabrik beherrschbar wird. Verbesserungen an ineffizienten Prozessen sollten am Prozess als solchen ansetzen, anstatt verbesserte Technologie einzusetzen (Liker 2013).

Erfolgsfaktoren sind eine hohe Detailtreue und Datenqualität. Das Modell sollte zu jedem Zeitpunkt der Realität entsprechen. Dennoch sollte vor einer Änderung der Ist-Zustand mit dem Dokumentationszustand verglichen werden. Abschließend ist zu bemerken, dass der Einsatz der Digitalen Fabrik den Gang in den Shopfloor nicht ersetzen, sondern nur unterstützen kann.

Schwarz-2017 - Reifegradmodell für Lean Production

SCHWARZ et al. entwickelt ein Reifegradmodell zur Bewertung des Implementierungsfortschritts von Lean Production im Unternehmen (Schwarz et al. 2017). Einfache Befragungen eignen sich aufgrund der Komplexität nicht zur Bewertung.

Bestandteile

Das von SCHWARZ et al. entwickelte Reifegradmodell erfasst den Fortschritt in den zwei Dimensionen Methodenkompetenz und Unternehmenskultur. Methodenkompetenz beschreibt die Fähigkeit eines produzierenden Unternehmens, die Prinzipien der Lean Philosophie durch Anwendung spezifischer Methoden systematisch und gezielt im Produktionssystem umzusetzen. Die folgenden fünf Lean Prinzipien dienen als Grundlage für das Modell: Kundennutzen, Wertstrom, Fluss, Pull und Perfektion. Es existieren zahlreiche Methoden, die jeweils ein oder mehrere Prinzipien umsetzen. Voraussetzung für den nachhaltigen Einsatz von Lean Prinzipien ist das aktive Leben der Ideen sowie die Verankerung in der Unternehmenskultur (Baumgärtner 2006). Die Unternehmenskultur wird mit Hilfe folgender Aspekte beschrieben:

- Grundlegende Annahmen und Überzeugungen,
- implizite und explizite Werte,
- Mittel zur Verwirklichung dieser Werte,
- die Außenwirkung.

Die Ausprägungen der Aspekte sind Voraussetzungen für eine nachhaltige und langfristige Anwendung der Methoden durch die Mitarbeiter und somit für die Implementierung der Lean Prinzipien.

Gestaltung

Die Bewertung der Reifegrade in den beiden Dimensionen erfolgt anhand der auf Abbildung 3.8 dargestellten sechs Stufen. Für die Dimension Methodenkompetenz erfolgt die Bewertung mit Hilfe von 13 Fragen. Erfragt werden Eigenschaften, die auf den Implementierungsgrad abzielen. Bspw. wird die Qualifizierung der Mitarbeiter und Führungskräfte oder der Einfluss der Kundenforderungen auf die Produktion abgefragt. Auch wird der Einsatz bestimmter Methoden Reifegraden zugeordnet. So wird der Einsatz von SMED der Stufe 2 ("Wissend") und der Einsatz von Heijunka der Stufe 4 ("Etabliert/Gesichert") zugeordnet.

Für die Dimension Unternehmenskultur wird anhand von sieben Fragen ermittelt, inwieweit die Lean Production in der Unternehmenskultur verankert ist. Bspw. wird erfragt, inwieweit die fünf Lean Prinzipien in der Unternehmensphilosophie verankert, kommuniziert und verstanden werden ("Annahme und Überzeugung") oder inwieweit die Implementierung von den Führungskräften unterstützt wird ("Werte").



Abbildung 3.8: Die sechs Reifegradstufen (Schwarz et al. 2017)

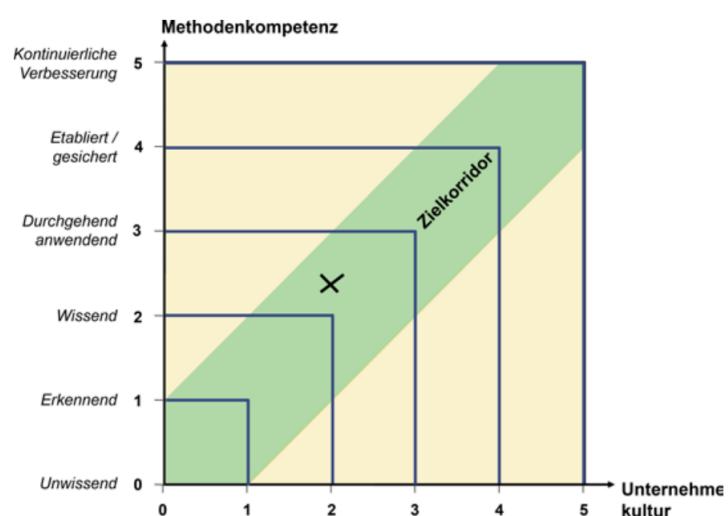


Abbildung 3.9: Reifegradbewertung anhand zweier Dimensionen (Schwarz et al. 2017)

Durchführung

Die tatsächliche Durchführung teilt sich auf in: Befragung, Detaildarstellung der Ergebnisse aller 20 Themen, Analyse und Ableitung von Verbesserungspotentialen und Ausarbeitung eines Maßnahmenplans für die Realisierung. Zunächst erfolgt die Befragung, bei der eine Einschätzung zu jedem der 20 Themen stattfindet. Dazu werden bspw. Führungskräfte und ggf. externe Personen befragt. Die Auswertung erfolgt in drei Schritten. Zunächst werden die arithmetischen Mittel der Antworten für jedes Thema ermittelt. Große Abweichungen untereinander deuten auf eine unausgewogene Entwicklung hin und es besteht punktueller Nachholbedarf. Im nächsten Schritt wird der Mittelwert

über alle 20 Themen ermittelt. Dieser stellt den aktuellen Reifegrad des Unternehmens in Bezug auf Lean Production insgesamt dar. Im dritten Schritt werden die Mittelwerte der beiden Dimensionen miteinander in Bezug gesetzt.

Eine Abweichung größer als eine Reifegradstufe wird als kritisch bewertet und deutet auf eine einseitige Implementierung hin. Dies ist auf Abbildung 3.9 im Bereich außerhalb des Zielkorridors visualisiert. Abhilfe schafft hier die Anpassung des Ressourceneinsatzes.

Christensen-2016 - Lean Application to Manufacturing Ramp-up

CHRISTENSEN et al. untersucht, inwieweit Lean Prinzipien und Methoden auf den Produktionsanlauf übertragbar sind (Christensen et al. 2016). Die Ergebnisse werden in Form von zu berücksichtigenden Aspekten in einem Framework zusammengefasst. Es folgt eine knappe Darstellung des Frameworks.

Produktdaten Detaillierte und transparente Produktdaten wirken Fehlern entgegen, die aus mangelhafter Dokumentation resultieren. Für Produktdaten und Arbeitsanweisungen sollen Standards erarbeitet und umgesetzt werden. Ein verankerter Lernprozess unterstützt den kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) und verringert die Anzahl unvorhersehbarer Störungen.

Qualität Qualität ist ein wichtiger Indikator für die Marktreife des Produkts. Ein hohes Qualitätsniveau soll in kürzester Zeit erreicht werden, was bei immer kürzeren Produktlebenszyklen eine hohe Herausforderung darstellt. Die Mitarbeiter sollen dazu motiviert werden, mit Hilfe von Versuchen den kontinuierlichen Verbesserungsprozess zu unterstützen. Ferner sollen Qualitätsprobleme möglichst früh im Anlaufprozess identifiziert und beseitigt werden.

Zeit Schnellere Produktionsprozesse und kürzere Taktzeiten erhöhen den Einfluss menschlicher und technischer Fehler. Vermeidung verschwenderischer Aktivitäten und Fokussierung auf Wertschöpfende Tätigkeiten ermöglichen eine höhere Qualität bei gleichzeitiger Zeittersparnis.

Kommunikation Mangelnde Kommunikation stellt einen erheblichen Störfaktor im Serienanlauf dar. Standardisierte Kommunikation und Informationsflüsse in Kombination mit Lean Techniken wie z.B. Obeya Meetings können helfen, das Abteilungsdenken zu überwinden.

Lieferanten Die Leistung einer Lieferkette zeigt sich erst im Zusammenspiel mit allen Komponenten und Lieferanten. Bevor Änderungen in der Lieferkette durchgeführt werden, müssen die verantwortlichen Mitarbeiter die konsequente Ausrichtung nach Lean Prinzipien gewährleisten.

Qualifizierung und Personal Eine feste Zuordnung von Verantwortlichkeiten kann die Geschwindigkeit und Qualität von Entscheidungen erhöhen. Feste Zuordnung von Verantwortlichkeiten soll bis in die unterste Ebene auf den Shopfloor reichen.

Engpässe Engpässe beeinträchtigen die Anlaufperformance und sind schwer vorherzusagen. Mit Hilfe systematischer Identifikation und Beseitigung verschwenderischer Aktivitäten können Engpässe vermieden und die Produktionsleistung geglättet werden.

3.3 Regelung

Basse-2014 - Beherrschung von Unsicherheiten

BASSE et al. entwickelt Prinzipien zur Beherrschung von Unsicherheiten im Anlauf (Basse et al. 2014). Ansatz ist die Beherrschung und Reduktion der Komplexität. Für Komplexitätstreiber wurden drei Quellen identifiziert: Interdisziplinarität, Interdependenzen und dynamisch verändernde innere und äußere Bedingungen (Basse et al. 2014; Gartzen 2012; Schuh et al. 2008b).

Modelldesign Modelle erleichtern die Darstellung und Analyse komplexer Systeme. Dies wird hauptsächlich durch Strukturierung und Abstraktion der Elemente erreicht. Insbesondere die Abbildung der Struktur und des Verhaltens sind für den Serienanlauf von großer Bedeutung. Zur weiteren Vereinfachung der Analyse kann das System modularisiert und bei Bedarf zu einem großen Modell zusammengefügt werden.

Regelung und Heuristik Aufgrund von Zeitdruck und mangelhafter Datenbasis können Entscheidungen nicht faktenbasiert getroffen werden. Hier eignet sich die Heuristik, die versucht, innerhalb kurzer Zeit gute Entscheidungen mittels unvollständiger Datenbasis und Erfahrungswerten zu treffen. Zusätzlich können Methoden der Regelungstechnik ein Feedback geben, sodass Störungen erfolgreich abgestellt werden.

Lösungsräume und Toleranzen Die Anlaufplanung ist oft ein Kompromiss aus Detaillierungsgrad und Aufwand. Um die Systemziele zu erfüllen und gleichzeitig Rücksicht auf Zielkonflikte zu nehmen, hilft eine Herangehensweise, die mögliche Lösungsansätze in Lösungsräumen darstellt und für die Ergebnisse Toleranzbereiche definiert. Lösungsräume beschreiben verschiedene Zusammensetzungen von Lösungsansätzen, die jeweils die Systemziele erfüllen.

Mustererkennung und Selbstoptimierung Komplexe Systeme bestehen nicht gänzlich aus willkürlichen Strukturen. Auch in komplexen Systemen können Muster erkannt werden, von denen Regeln abgeleitet werden können. Sie helfen, das System zu verstehen, ohne die Funktion oder die Ursachen zu erkennen. Darauf aufbauend können Regelungsmechanismen angewendet werden. Mit Hilfe dieser Regelungsmechanismen können die Ziele und das Systemverhalten angepasst werden (Frank U. 2009).

Die vorgeschlagenen Prinzipien sind Maßnahmen zur Verringerung der Komplexität eines Systems. Bei geringerer Komplexität sind Entscheidungen leichter zu fällen und die Konsequenzen besser abzuschätzen.

Straub-2006 - Methodenbaukasten

STRAUB et al. verfolgt die Vision der Umstellung der Produktion von Start of Production (SOP) auf Kammlinie an einem Wochenende. Im Fokus seiner Arbeit steht die schnelle und richtige Reaktion auf ungeplante Störungen im Anlauf (Straub et al. 2006). Die bisher eingesetzte präventive Methode der digitalen Fabrik erhöht zwar signifikant den Reifegrad der Planung, bietet jedoch keine Antwort auf verbleibende ungeplante Störungen. STRAUB et al. beschreibt drei Säulen zur Realisierung kürzerer Anläufe:

1. Einsatz von Anlaufteams,
2. die organisatorische Einbindung der Teams in die Organisation,
3. der Einsatz eines Methodenbaukastens.

Letzterer ist für das LSU von Bedeutung. Grundgedanke des Methodenbaukastens ist der Einsatz moderner Methoden, Werkzeuge und Standards. Zum einen wird eine erhöhte Effizienz und Transparenz bewirkt. Zum anderen wird eine objektive Bewertung von Situationen und damit ein einheitliches Verständnis erreicht, was insbesondere die Zusammenarbeit mit jüngeren und unerfahrenen Mitarbeitern erleichtert. Des Weiteren wird der Einsatz einer Scorecard empfohlen. Zunächst werden quantifizierbare Anlaufindikatoren definiert. Mit Hilfe der Scorecard werden die wichtigsten Anlaufindikatoren kontinuierlich überwacht und Abweichungen vom Sollwert werden schnell erkannt. Es folgt eine systematische Ursachenanalyse. So kann eine schnelle und zielgerichtete Reaktion gewährleistet werden.

3.4 Produktentwicklung

Harjes-2004 - Produktdatenmodell

HARJES et al. untersucht das Anlaufmanagement mit besonderer Berücksichtigung des Produktentstehungsprozesses (PEP) (Harjes et al. 2004). Die stetige Reduzierung der eigenen Wertschöpfungstiefe erfordert eine hohe Transparenz bzgl. der Produktdaten. Dies erfolgt mit dem Aufbau digitaler Produktdatenmodelle, welche stets einen echten, plausiblen und aktuellen Datenstand aufweisen müssen. Integrierte Produktdatenmodelle (IPDM) verknüpfen Produkt- und Prozessdatenmodelle. Damit bekommen Änderungen mehrdimensionalen Charakter, betroffene Komponenten können identifiziert werden und die Folgen lassen sich simulieren und bewerten. Weiterhin wird die

Digitale Fabrik genannt, die die digitale Planung einer Fertigungsfabrik mit Integration aller Produkt- und Prozessdaten beschreibt.

Digitale Produktdatenmodelle sorgen unternehmensübergreifend und -intern für erhöhte Transparenz und bessere Folgenabschätzung von Änderungen.

Dombrowski-2015 - Set-Based Engineering

DOMBROWSKI beschreibt das Set-Based Engineering zur methodischen Unterstützung des Produktentstehungsprozesses (PEP) (Dombrowski 2015, S. 118). Ziel der Methode ist die Entwicklung einer bestmöglichen Lösung zu geringen Kosten und innerhalb kurzer Zeit. Hauptansatz ist die parallele Entwicklung zueinander in Konkurrenz stehender Lösungsentwürfe, von denen einzelne nach und nach aufgrund objektiver Kriterien ausgeschlossen werden (Schuh et al. 2007).

Vorgehen

In der frühen Phase des PEP wird durch die Entwicklung mehrerer Lösungsentwürfe der Lösungsraum möglichst lange offen gehalten. Anhand objektiver Daten werden nach und nach einzelne Entwürfe ausgeschlossen. Dafür eignen sich bspw. Kundenfeedback, Tests und Feedback anderer Abteilungen. Durch die Methode entsteht in der frühen Phase ein erheblicher Mehraufwand. Dieser anfängliche Nachteil gleicht sich jedoch schnell aus, etwa durch Kosten- und Zeitersparnis sowie einen frühzeitigen hohen Reifegrad von Produkt und Prozess.

3.5 Wissensmanagement

Reichwald-2004

REICHWALD et al. untersucht das Projektmanagement im Feldanlauf und fokussiert sich dabei auf ein nachhaltiges Wissensmanagement (Reichwald et al. 2004). Ein durchgängiges und effizientes Wissensmanagement ist ein wesentlicher Bestandteil erfolgreicher Anläufe (Kuhn et al. 2002). REICHWALD et al. unterteilt den Wissensmanagementprozess in folgende Bestandteile: Identifizierung der Wissenslücken, Wissenserwerb und Wissensentwicklung, Wissensverteilung und Wissensbewahrung. Die ersten vier Bestandteile werden im Folgenden kurz vorgestellt.

Identifizierung der Wissenslücken

Bereits vor Markteinführung muss bekannt sein, inwieweit das Produkt den Kundenerwartungen entspricht. Besonders die Produktmerkmale, die unterhalb der Kundenerwartungen liegen, müssen identifiziert werden. Dazu eignen sich realitätsnahe Produkttests mit einer dem zukünftigen Kundenkreis entsprechenden Gruppe. Es sind geeignete Erhebungsinstrumente auszuwählen und

weiterzuentwickeln. Um möglichst viele Qualitätsaspekte zu berücksichtigen, müssen die Erfahrungen der Testpersonen über ein breites Spektrum erfasst werden. Darüber hinaus müssen die Ergebnisse einfach auszuwerten sein, um eine schnelle Berücksichtigung zu gewährleisten. Dazu eignen sich bspw. standardisierte Fragebögen oder kurze mündliche Befragungen.

Wissenserwerb, -entwicklung und -verteilung

Nach erfolgten Produkttests werden die Ergebnisse ausgewertet. Die einzelnen Ergebnisse werden in ein sogenanntes E-Workflowsystem eingepflegt, welches eine Art ERP-System darstellt. Dieses System ist in der Lage, das gesammelte Faktenwissen entlang der gesamten Prozesskette bereitzustellen. Die bei der Auswertung der Tests gewonnenen Schwerpunkte bilden die Handlungsfelder des Anlaufteams. Mit Hilfe des E-Workflowsystems werden den jeweiligen Handlungsfeldern Maßnahmen und Zuständigkeiten sowie Umsetzungstermine zugewiesen. Nach der Umsetzung der Maßnahmen muss die Wirksamkeit möglichst durch die gleichen Personen bestätigt werden, die im Vorfeld die Handlungsfelder aufgezeigt haben. Wird die Wirksamkeit bestätigt, ist das Handlungsfeld erfolgreich abgeschlossen. Sind Erkenntnisse des laufenden Projekts auch für zukünftige Projekte von Bedeutung, so sollten sie im E-Workflowsystem gesondert gekennzeichnet und in zukünftigen Entwicklungsprozessen eingegliedert werden.

Ein durchgängiges und effizientes Wissensmanagement ist ein wesentlicher Bestandteil erfolgreicher Anläufe. Dabei werden frühzeitig Kundenrückmeldungen zur Produktverbesserung ausgewertet und die Arbeit mit Softwaresystemen unterstützt.

Christensen-2016 - Lean Application to Manufacturing Ramp-up

CHRISTENSEN et al. untersucht, inwieweit Lean Prinzipien und Methoden auf den Produktionsanlauf übertragbar sind (Christensen et al. 2016). Neben den bereits in Abschnitt 3.2 dargestellten Aspekten wird im Folgenden auf den Aspekt der Lernprozesse eingegangen.

Zeit ist ein bedeutender Faktor, der über Erfolg oder Misserfolg des Produktionsanlaufs bestimmt. TERWIESCH et al. definiert drei verschiedene zeitbezogene Kennzahlen für den Produktionsanlauf (Terwiesch et al. 2001a):

Time-to-market beschreibt die Entwicklungszeit.

Time-to-volume bezeichnet den Zeitpunkt des Erreichens der vollen Kapazitätsauslastung.

Time-to-payback bezeichnet die Zeit, zu der die finanziellen Ziele des Produkts erreicht werden.

CHRISTENSEN et al. identifiziert Lernprozesse als geeignetes Mittel zur Reduzierung dieser Kennzahlen (Christensen et al. 2016). Dazu werden bewusste Lernprozesse in Form von geplanten Versuchen genannt, die den Produktionsprozess als Versuchsfeld nutzen (Terwiesch et al. 2001a).

Sowohl in der Prototypenphase als auch in der Nullserienphase sollen Produkt und Prozesse durch Erkenntnisgewinn aus Versuchen verbessert werden. Die in dem Zusammenhang getätigten Ausgaben müssen als Investitionen angesehen werden, denn sie zahlen sich erst mit Verzögerung aus, durch Verkürzung der oben genannten Kennzahlen.

3.6 Qualitätsmanagement

Zink-2010 - Ursachenanalyse von Qualitätsproblemen

ZINK et al. entwickelt eine Methode zur Analyse komplexer Ursache-Wirkungs Zusammenhänge (Zink et al. 2010). Dabei stellt die Methode eine Erweiterung des Ishikawa-Diagramms dar. Ziel ist die frühzeitige Verfolgung von Qualitätszielen, welche im Anlauf eine untergeordnete Bedeutung haben (Fleischer et al. 2003; Terwiesch et al. 2001b).

Die Methode gründet sich auf das weit verbreitete Ishikawa-Diagramm, bei dem der Fokus jedoch stark auf die Produktion gelenkt wird. Dabei haben vor- und nachgelagerte Phasen einen erheblichen Einfluss.

Um den Anforderungen gerecht zu werden, wurde der sog. *Hypothesen-Suchraum* entwickelt. Er wird zunächst durch die bekannten und ggf. anzupassenden Ishikawa-Dimensionen (Methode, Material, Mensch, Messung, Milieu, Maschine) und weiterhin durch die relevanten Phasen im Produktlebenszyklus aufgespannt. Im ersten Schritt werden Hypothesen für Ursachen von Qualitätsproblemen identifiziert und den Ishikawa-Dimensionen sowie Phasen im Produktlebenszyklus zugeordnet. Im zweiten Schritt werden mit Hilfe des sog. Wirkgefüges Zusammenhänge zwischen den Einflussfaktoren erarbeitet. Dabei bildet das Wirkgefüge die inhaltlichen Wechselwirkungen zwischen den Ursachen übersichtlich ab und lässt Rückschlüsse auf die Hauptursachen zu.

3.7 Risikomanagement

Wildemann-2004 - Präventive Handlungsstrategien für den Produktionsanlauf

WILDEMANN adaptiert Prinzipien und Methoden des klassischen Risikomanagements für den Produktionsanlauf und leitet anschließend Handlungsempfehlungen ab (Wildemann 2004). Die technischen und organisatorischen Risiken werden soweit minimiert, dass ein sog. *anlaufrobustes Produktionssystem* erreicht wird.

Risikoidentifikation und -bewertung

Zur systematischen Erfassung der Risiken werden strukturierte Risikobereiche gebildet. Risiken lassen sich Produktionssystemelementen zuordnen. Dazu gehören Personal, Material, Prozesse,

Anlagen, IT und Infrastruktur. Anschließend werden die Risiken unter dem Aspekt der Auswirkungen klassifiziert. Es wird zwischen Leistungs- und Kostenrisiken unterschieden. Leistungsrisiken sorgen für ein geringeres Leistungsvermögen des Produktionssystems:

- Versorgungsgengpässe bei Material, Hilfs- und Betriebsstoffen,
- Kapazitätsengpässe bei Personal und Maschinen,
- Instabilitäten und Ineffizienzen in den Prozessen der Herstellung, Logistik und Administration.

Kostenrisiken führen bei gleicher Leistung zu erhöhtem Aufwand und somit zu Mehrkosten (Wiendahl et al. 2002):

- Mehrkosten in der Bau- und Installationsphase,
- Ausschuss- und Mehrarbeitskosten,
- zusätzliche Logistikkosten aufgrund eines höheren Handlingaufwands und höherer Bestände,
- zusätzliche Personalkosten durch Überstunden und steigenden Koordinationsbedarf.

Um die Risiken zu bewerten, müssen sie quantifiziert werden. Während die Kostenrisiken direkt bewertet werden können, werden Leistungsrisiken im Rahmen der Szenarioberechnung bewertet.

Bildung risikobezogener Anlaufszenarien

Bei der Bewertung risikobezogener Anlaufszenarien ist zu beachten, dass potentielle Risiken simultan auftreten und deren Wirkung sich addieren kann. Die Systemleistung ergibt sich aus dem schwächsten Glied, dem sogenannten dominierenden risikobedingten Engpass. Ziel ist zunächst, diese risikobedingten Engpässe mit Hilfe einer Berechnung von Anlaufszenarien zu identifizieren (Fleischer et al. 2003). Dabei werden Kapazitätsverfügbarkeit und -bedarf ermittelt und anschließend gegenübergestellt. Folgende Faktoren werden für die Kapazitätsverfügbarkeit hinzugezogen: Personal, Maschinen, Material, technische Anlageneffizienz, organisatorische Effizienz sowie die Lernkurve im Anlauf. Für die Ermittlung des Kapazitätsbedarfs werden Absatzmengen und der Produktmix hinzugezogen.

Zur Bewertung der einzelnen Risikoarten wurden die Kenngrößen Risikokritizität und -sensivität definiert. Die Risikokritizität quantifiziert den Einfluss der Risikoart auf das Entstehen des Engpasses. Die Risikosensivität quantifiziert den Einfluss der Eingangsparameter der Szenarien auf die Ausmaße bzgl. der Engpässe.

Ergebnis der Anlaufszenarien sind Engpassprofile, die die Grundlage für die Ableitung der folgenden Handlungsempfehlungen bilden.

Ableitung von Handlungsstrategien und Gestaltungsregeln

Mit Hilfe der zuvor ermittelten Kenngrößen Risikokritizität und -sensivität kann ein Portfolio gebildet werden, durch welches Handlungsstrategien differenziert zugeordnet werden.

WILDEMANN schlägt vier Handlungsstrategien vor:

1. **Systemrobustheit erhöhen:** Die Erhöhung der Systemrobustheit wird erzielt durch: Aufbau von Redundanzen, Einsatz flexibler Anlagenkonzepte, Informationstransparenz über die gesamte Wertschöpfungskette und durch Multi-Supplier-Konzepte. Sie ist vor SOP anzuwenden.
2. **Leistungsrisiken transformieren:** Sofern Leistungsrisiken nicht durch strukturelle Maßnahmen zu eliminieren sind, sollten sie temporär für den Zeitraum des Anlaufs in Kostenrisiken überführt werden. Bspw. eignet sich dazu ein gezielter Mehreinsatz von Personal oder eine gezielte Erhöhung der Bestände.
3. **Kostenrisiken minimieren:** An dieser Stelle können die klassischen Instrumente des Produktionsmanagements eingesetzt werden, welche sich auf die Optimierung eingeschwungener Systeme beziehen. Als Beispiel wird hier das Wertstromdesign genannt.
4. **Monitoring der Indikatoren:** Die laufende Überwachung von Indikatoren potentieller Risiken ist zentraler Bestandteil präventiven Risikomanagements. Hierfür müssen zunächst geeignete Kenngrößen und dazugehörige Grenzwerte definiert werden. Das Konzept der Balanced Scorecard bietet eine geeignete Orientierung.

3.8 Änderungsmanagement

Schuh-2017 - Änderungsmanagement für den Produktentstehungsprozess (PEP)

SCHUH et al. entwickelt ein Framework für effektives Änderungsmanagement in agilen Produktentstehungsprozessen (Schuh et al. 2017). Das Framework untergliedert sich in drei Phasen und drei Designelementen, die kurz vorgestellt werden.

Phasen

SCHUH et al. beschreibt ein Modell in drei Phasen, in welchen der Reifegrad des Produkts kontinuierlich ansteigt. Die Phasen zeichnen sich durch eine individuelle Fokussierung der Schwerpunkte und Ausprägungen der Designelemente aus.

1. In der ersten Phase, auch *Prototyp-* oder *Mockup-Phase* genannt, beginnt die Produktentwicklung bei der Produktidee. An dieser Stelle sind eine sehr hohe Agilität sowie die

Ermöglichung vieler Freiheitsgrade gefragt. Die Produktionsplanung ist noch grob gehalten und die Dokumentation ist, sofern vorhanden, minimal ausgeprägt.

2. In der *Übergangsphase* arbeiten die Subsysteme zum ersten Mal zusammen. Sie stellt ein Kompromiss zwischen Agilität und vorgegebenen Prozessen dar. Erste Produktionsprozesse werden beschrieben und die Stücklisten vervollständigt.
3. Die dritte Phase *Vorserie und Serie* beinhaltet den Hochlauf und den Übergang in die Serienfertigung. Die Dokumentation sollte an dieser Stelle mit hohem Detaillierungsgrad vervollständigt werden. Änderungen erfolgen nur noch mittels spezifizierter Änderungsprozesse. Die Änderungen sind jetzt aufwändiger und die Auswirkungen betreffen viele angrenzende Bereiche.

Designelemente

Die Designelemente fokussieren sich auf die Stellhebel, die ein effektives Änderungsmanagement ermöglichen. Hauptaspekt ist ein optimaler Informationsfluss zwischen Produktentwicklung und Produktionsplanung.

Kommunikation Probleme in der Kommunikation zwischen Entwicklung und Shopfloor entstehen durch mangelhafte Produktdaten, fehlende Standardisierung der Dokumentation oder durch erhöhte Anforderungen an die Mitarbeiter der Fertigung. Während sich die Zusammenarbeit zwischen Produktentwickler und Fertigungsmitarbeiter in der Prototyp-Phase durch engen und informellen Informationsaustausch auszeichnet, ist in den späteren Phasen der systematische Einsatz eines Änderungsprozesses angezeigt. Der Zugriff der Fertigung auf die notwendigen Produktdaten muss in der geforderten Qualität gewährleistet sein. Der Informationsaustausch muss standardisiert erfolgen, Metadaten müssen direkt digital mit den Produktdaten verknüpft werden. Dabei sollten die Mitarbeiter der Fertigung bei der Bewältigung der neuen Aufgaben unterstützt werden.

Prozesse und Rollen Durch fehlende Abstimmung der Prozesse an die Anforderungen ergibt sich ein ineffizienter Umgang mit unvorhersehbaren Ereignissen. Eine hohe Anzahl an Schnittstellen sowie unklare Rollen und Verantwortlichkeiten tragen auch zu einer ineffizienten Abwicklung bei. Aufgrund der hohen Agilität während der Prototyp-Phase ist der Einsatz von Prozessen hier noch nicht notwendig. In den späteren Phasen müssen jedoch Prozesse für Änderungsmanagement definiert und an die Anforderungen der Fertigung angepasst werden. Weiterhin muss eine eindeutige Zuteilung von Verantwortlichkeiten erfolgen.

Datenstruktur Probleme in der Datenstruktur entstehen durch mangelhafte Qualität der digitalisierten Daten oder durch intransparentes und inkonsistentes Datenmanagement. Vielfach werden

mehrere, teils konkurrierende Softwaresysteme eingesetzt und es entstehen Widersprüche. Abhilfe schafft die Entwicklung einer geeigneten Datenstruktur, die die benötigten Informationen sinnvoll abbildet. Diese Datenstruktur sollte in allen eingesetzten Softwaresystemen implementiert werden, die im Zusammenhang mit Produktdaten stehen. Dadurch kann ein effizienter und effektiver Datenaustausch zwischen den Systemen realisiert werden.

Gellermann-2017 - Agiles Änderungsmanagement

GELLERMANN et al. entwickelt Lösungsansätze für ein agiles Änderungsmanagement (Gellermann et al. 2017). Dazu werden zunächst Fragen und Anforderungen definiert, von denen anschließend Lösungsansätze abgeleitet werden. Der Ansatz beschränkt sich nicht auf standardisierte Prozesse und Tools, sondern strebt vielmehr eine effiziente Abwicklung der Änderungsbearbeitung unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen und Interdependenzen an. Ziel ist ein reibungsloser Projektlauf durch inhaltliche und organisatorische Systematisierung änderungsbedingter Arbeitsabläufe.

Anforderungen

1. **Ganzheitliche Betrachtung der Änderungen:** Die neu anfallenden und bestehenden Änderungen sollen unabhängig vom Bearbeitungsstatus ganzheitlich betrachtet werden.
2. **Analyse des Änderungsumfangs:** Sowohl Änderungsumfang als auch die Auswirkungen müssen auf Grundlage einer projektunabhängigen Datenbasis analysiert werden. Dabei stellt die Analyse der Auswirkungen die Grundlage für alle weiteren Prozessschritte dar.
3. **Gruppierung von Änderungen:** Die Abhängigkeitsverhältnisse zwischen den Änderungen lassen sich anhand ihrer Charakteristika beurteilen. Auf Basis dieser Charakteristika lassen sich die Änderungen zu Änderungsclustern gruppieren. Damit kann eine Zusammenfassung und Parallelisierung von Arbeitsabläufen bei der Durchführung von Änderungen erreicht werden. Aufgrund der hohen Anzahl von auftretenden Änderungen soll dieses Vorgehen automatisiert oder teilautomatisiert werden.
4. **Festlegung der Bearbeitungsreihenfolgen:** Bei Einzelfallbetrachtung von Änderungen sind die Bearbeitungsreihenfolgen schwer zu systematisieren. Auch eine Abarbeitung nach Eingangsdatum eignet sich nicht, da hier keine Bewertung anhand inhaltlicher Kriterien stattfindet. Daher muss eine Methodik zur Unterstützung der Festlegung der Bearbeitungsreihenfolgen entwickelt werden.
5. **Ressourcenzuweisung:** Interdisziplinäre Änderungsabläufe erfordern eine zweckmäßige Zuweisung notwendiger Ressourcen. Die dabei verwendeten Prozesse müssen zielgerichtet, systematisch und effizient gestaltet werden.

6. **Workflowmanagementsystem:** Mit Hilfe eines zugeschnittenen Workflowmanagementsystems kann die Datenkonsistenz und ein durchgängiges Engineering änderungsbedingter Arbeitsabläufe ermöglicht werden.
7. **Monitoring:** Laufende Änderungen sind dem Risiko ausgesetzt, durch andere aufkommende Änderungen hinfällig zu werden. Daher ist bei der ganzheitlichen Betrachtung aller Änderungen der jeweilige Bearbeitungsstatus von besonderem Interesse. Ein bedarfsgerechtes Monitoring des Änderungsmanagements minimiert die Risiken.

Methodisches Vorgehen für das Änderungsmanagement

1. **Analyse von Auswirkungen:** Die Auswirkungen der Änderungen werden anhand einer projektunabhängigen Wissensbasis bewertet.
2. **Analyse von Abhängigkeiten:** Die systematische Analyse der Abhängigkeitsverhältnisse der jeweiligen Änderungen erfolgt anhand eines speziell entwickelten Kriterienkatalogs, der die Vorfälle gemäß vordefinierter Charakteristika bewertet.
3. **Überführung in DSM:** Die zuvor ermittelte Abhängigkeitsstruktur lässt sich mit Hilfe einer Design Structure Matrix (DSM) abbilden.
4. **Quantifizierung des Abhängigkeitsgrades:** Die Abhängigkeitsgrade werden mit Hilfe einer zuvor entwickelten Bewertungssystematik quantifiziert.
5. **Gruppierung und Festlegung der Bearbeitungsreihenfolgen:** Anschließend können mit Hilfe von Clustering-Verfahren Vorgaben für Gruppierung und Bearbeitungsreihenfolgen von Änderungspaketen erstellt werden.

Implementierung im Workflowmanagementsystem

Zur optimalen technischen Unterstützung des Änderungsmanagements müssen die Prozesse in Workflowmanagementsysteme abgebildet werden. In der Praxis werden oft Kombinationen aus ERP und PLZ bzw. PDM Systemen eingesetzt.

An dieser Stelle werden einige wichtige Elemente genannt. So erfolgt die Ressourcenzuweisung projektbezogen in Abhängigkeit zu bearbeitender Änderungsgruppen. Die Vorgabe der zu durchlaufenden Workflows erfolgt auf Basis der vorhandenen Datenstruktur. Schließlich muss eine Entwicklung rollenspezifischer Monitoringsysteme zur Verfolgung des Änderungsstatus erfolgen.

3.9 Produktionssysteme

Harjes-2004 - Robuste Produktionssysteme

HARJES et al. untersucht das Anlaufmanagement mit besonderer Berücksichtigung des Produktentstehungsprozesses (PEP) (Harjes et al. 2004).

Höhere Variantenvielfalt und Individualisierungswünsche der Kunden stellen hohe Anforderungen an Fertigungs- und Montagelinien. Zunächst ist eine Standardisierung erforderlich. Produktionssysteme sollten einfach und übertragbar gestaltet werden. Daraus erfolgt eine erhöhte Flexibilität bei Integration neuer Baureihen und Komponenten, Änderungen können somit reibungsloser implementiert werden. Um Auswirkungen vom Prozess oder Produkt auf das Produktionssystem frühzeitig bewerten zu können, sind Prozess- und Produktdaten standardisiert zu verknüpfen und stets aktuell zu halten. Robuste Produktionssysteme reagieren agil auf Änderungen und können flexibel erweitert werden.

Reinfelder-2004 - Planung anlaufrobuster Produktionssysteme

REINFELDER et al. behandelt Aspekte für die Planung anlaufrobuster Produktionssysteme insbesondere während des Anlaufs mithilfe der Digitalen Fabrik (Reinfelder et al. 2004). Grundidee ist, Fertigungssysteme so auszulegen, dass sie ein Maximum an Flexibilität und Transparenz bieten. Mit Hilfe von Flexibilität können Defizite in noch nicht eingeschwungenen Fertigungssystemen ausgeglichen, sowie unkompliziert Änderungen vorgenommen werden. Die Transparenz dient hier dem Erreichen einer steilen Lernkurve.

Schnelle Erstellung von Planungsalternativen

Starke Schwankungen der dynamischen Randbedingungen wie z.B. Verkaufszahlen machen Anpassungen des Produktionssystems in kurzen Abständen erforderlich. Dies gilt insbesondere für den Produktionsanlauf. Dabei entsteht ein Spannungsfeld zwischen Änderungsintervallen und Detaillierungsgrad der Planung. Um gleichzeitig in kürzeren Abständen und höherem Detaillierungsgrad verschiedene Planungsalternativen erstellen zu können, muss der Planungsaufwand beim Einsatz der Digitalen Fabrik minimiert werden. Dazu werden folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

Standards Die Einführung und Nutzung von Standards verringert die Komplexität (Auswahl) und sorgt für eine Zeitsparnis.

Bibliotheken Bibliotheken für Maschinen und Anlagen sind eine Art der Standardisierung und verhindern Redundanzen.

Automatisierung Zuletzt wird die Automatisierung von Routinetätigkeiten wie bspw. Auswertungen wie Kosten- oder Belegrechnung genannt.

Die soeben genannten Maßnahmen sorgen dafür, dass die Mitarbeiter mehr Zeit in Kreativitätsanstatt von Verwaltungsaufgaben einsetzen können. Sie können dadurch in kürzerer Zeit mehr und qualitativ bessere Planungsalternativen erstellen.

Erfolgsfaktoren

Da die Werkzeuge der Digitalen Fabrik auf dem Markt frei verfügbar sind, sind Wettbewerbsvorteile nur noch durch den richtigen Einsatz im Unternehmen zu erreichen. REINFELDER et al. betont die Verankerung im Unternehmen. Zum einen wird die Verankerung des Geschäftsprozesses für die Fertigungsplanung, also die Methoden und Werkzeuge, in den Unternehmensstrukturen genannt. Wichtiger jedoch ist die Verankerung in den Köpfen der Mitarbeiter. Weiterhin sollen Planungsinhalte in frühe Planungsphasen verlagert, Planungsleistung parallelisiert und abteilungsübergreifendes Arbeiten forciert werden. Die Planungssoftware sollte auf die Bedürfnisse des Unternehmens angepasst und in die Datenstruktur des Unternehmens eingebunden werden.

4 Ableitung des Modells

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Arbeit zusammengefasst und ein Umsetzungsleitfaden entwickelt. Dieser soll anhand gezielter Fragen die Entwicklung und Umsetzung einer optimalen Anlaufmanagementstrategie für ein bestimmtes Szenario unterstützen. Die Fragen werden zum Schluss jedes Themenkomplexes formuliert und auf Abbildung 4.1 zusammengefasst.

4.1 Strategie & Organisation

Zentraler Bestandteil und Ausgangspunkt eines erfolgreichen Serienanlaufs bildet der Lean Ramp-Up Ordnungsrahmen, welcher hauptsächlich von Uwe Dombrowski im Rahmen mehrjähriger Forschungsarbeit erarbeitet wurde. Hauptansatz ist nach der Formulierung eines Zielsystems die Reduktion der Komplexität mittels systematischer Verknüpfung von Aufgaben, Mitarbeitern (Rollen), Methoden und Werkzeugen.

Der Lean Ramp-Up Ordnungsrahmen

Der Lean Ramp-up Ordnungsrahmen wie auf Abbildung 3.6 zu sehen, hat die Aufgabe, die Gestaltung der Zielerreichung des Serienanlaufs auf verschiedenen Abstraktionsebenen darzustellen und zu gestalten.

In der ersten Ebene, des Zielsystems, werden die Ziele definiert und zueinander in Beziehung gesetzt. Es bildet die Grundlage für die darunter liegenden Ebenen. In der zweiten Ebene liegen die Handlungs- und Gestaltungsfelder. Die Handlungsfelder beschreiben, "was" im Serienanlauf getan werden muss. Es beinhaltet die Aufgaben, welche das Erreichen der Teilziele unterstützen. Die Zuständigkeiten für die Erledigung der Aufgaben werden an die Mitarbeiter über sog. Rollen zugeordnet. Die Gestaltungsfelder beschreiben, "wie" die Dinge getan werden sollen. Sie bilden einen thematischen Rahmen für inhaltlich ähnliche Methoden und Werkzeuge, die die Teilziele unterstützen. Die dritte Ebene hat die Aufgabe, die in den Handlungs- und Gestaltungsfeldern gebündelten Aufgaben in den Plan-Do-Check-Act-Zyklus (PDCA) zu integrieren. Hierfür werden die Aufgaben einzelnen PDCA-Phasen zugeordnet. In der vierten Ebene erfolgt die Abbildung der zuvor erarbeiteten Beziehungen zwischen Aufgaben, Mitarbeitern, Methoden und Werkzeugen mittels der Ablauforganisation. Dies gewährleistet eine systematische Prozessorientierung im Serienanlauf. In

der fünften Ebene werden die Ebenen 1-4 in der Aufbauorganisation verankert. Sie regelt die Aufteilung der Verantwortlichkeiten, Aufgaben und Kompetenzen auf verschiedene Organisationseinheiten sowie deren Beziehungen untereinander.

Methodik

Der Lean Ramp-Up Ordnungsrahmen wird durch gezielte Methodenanwendung unterstützt. Zwei Aspekte werden kurz skizziert.

Trotz vieler unvorhersehbarer Ereignisse lassen sich wiederkehrende Elemente im Serienanlauf in Form von Referenzprozessen abbilden. Dazu werden Referenzprozesse für bestimmte Serienanlaufklassen gebildet. Hierfür wird eine Klassifizierung in drei Stufen vorgeschlagen: Neuanlauf, Änderungsanlauf und Wiederholungsanlauf. Durch Klassifizierung der Serienanläufe und den Einsatz der Referenzprozesse kann sich das Unternehmen auf kritische Anlaufprozesse konzentrieren und ein gleichzeitiges Agieren an allen Fronten wird vermieden.

Eine weitere Methode zur Konzentration auf die kritischen Anlaufprozesse ist die Schwerpunktbildung im Anlaufmanagement. Dazu werden Zieltypen als Unterteilung in sog. Timing-Strategien definiert (First-Mover, Follower, Repeater). Für jeden Zieltyp wurden bereits Handlungs- und Gestaltungsfelder zugeordnet und bewertet. Zur Vertiefung wird auf Abschnitt 3.1 verwiesen.

Zur unternehmensspezifischen Gestaltung des Lean Ramp-Up Organisationsmodells wurde ein Vorgehen in zehn Schritten definiert. Dieser ist im Abschluss des Abschnitts 3.1 detailliert beschrieben.

Zur Analyse und Darstellung komplexer Korrelationen eignet sich das Quality Function Deployment (QFD). Zur unternehmensspezifischen Gestaltung wird daher ein zweistufiges QFD-Verfahren eingesetzt (s. Abb. 3.2).

- Wie kann der Serienanlauf inhaltlich strukturiert werden?
- Was sind die kritischen Themenstellungen im Serienanlauf?
- Welche (Teil-)Ziele verfolgt der Serienanlauf?
 - In welcher Beziehung stehen sie zueinander?
- Welche Aufgaben unterstützen die Zielerreichung?
 - Welchen Methoden, Werkzeugen und Mitarbeitern (Rollen) können sie zugeordnet werden?

4.2 Planung

Synergieeffekte beim Einsatz von Lean Methoden und anlauspezifischen Aktivitäten werden für eine optimale Planung des Serienanlaufs genutzt. Die Digitale Fabrik umfasst die Abbildung und

Simulation von Produkt, Prozess und Ressourcen in einem Informationssystem. Der konsequente Einsatz von Lean Prinzipien und der Digitalen Fabrik kann zu erheblichen Effizienzsteigerungen führen. Bspw. können schlanke Prozesse und Standardisierung zur Komplexitätsreduktion und somit zur besseren Beherrschung der Modelle in der Digitalen Fabrik führen. Anstatt verbesserte Technologie einzusetzen, empfiehlt sich die Verbesserung der Prozesse. Da eine hohe Detailtreue und Datenqualität Erfolgsfaktoren sind, ist für jede Anlaufphase eine angemessene Umsetzung empfehlenswert.

Der Implementierungsfortschritt von Lean Prinzipien im Unternehmen kann mit einem Reifegradmodell bewertet werden. Dieses Modell bewertet den Fortschritt in den Dimensionen Methodenkompetenz und Unternehmenskultur. Dazu werden konkrete Eigenschaften zum Implementierungsgrad oder der Einsatz bestimmter Methoden abgefragt. Die Bewertung erfolgt sechsstufig. Für weitere Details wird auf Abschnitt 3.2 verwiesen. Durch den Einsatz des Reifegradmodells kann eine nachhaltige Anwendung von Lean Prinzipien gewährleistet werden.

Schließlich werden generelle Handlungsempfehlungen für den Einsatz von Lean Prinzipien im Produktionsanlauf formuliert. Für weitere Details wird auf Abschnitt 3.2 verwiesen.

- Anhand welcher Kriterien / Kennzahlen lässt sich der Reifegrad des Produkts / der Prozesse quantifizieren?
- Zu welchem Zeitpunkt müssen Produktdaten digital vorliegen?
 - Welche Detailtreue und -qualität ist wann zu wählen?
- An welchen Stellen ist Standardisierung sinnvoll?

4.3 Regelung

Die Regelung umfasst Maßnahmen während des Serienanlaufs. Dazu gehören zum einen die Beherrschung von Komplexität und Unsicherheit und zum anderen Strategien zum optimalen Umgang mit Störungen.

Zur Beherrschung von Unsicherheiten eignet sich die Abbildung komplexer Systeme in abstrahierten Modellen. Die Heuristik hilft, bei Zeitdruck und mangelhafter Datenbasis gute Entscheidungen zu treffen. In komplexen Systemen können Muster erkannt und Regeln abgeleitet werden, ohne die Funktion oder die Ursachen zu verstehen.

Zum optimalen Umgang mit Störungen soll im Vorfeld ein Methodenbaukasten entwickelt werden. Dazu gehört eine Auswahl an modernen Methoden und Werkzeugen sowie die Definition von Standards. Zur objektiven Bewertung von Situationen sollen quantifizierbare Anlaufindikatoren definiert werden. Werden sie mit Hilfe einer Scorecard laufend überwacht, kann eine schnelle und zielgerichtete Reaktion stattfinden.

- Mit welcher Strategie soll auf Störungen im Anlauf reagiert werden?
 - Welche Methoden, Werkzeuge, Standards können hierfür definiert werden?
- Welche Anlaufindikatoren können zur Überwachung definiert werden?
 - Wie könnte eine Scorecard zur Überwachung aussehen?
- Mit welchen Modellen können komplexe Systeme strukturiert und abstrahiert werden?

4.4 Produktentwicklung

Die Produktentwicklung soll Fehler im Produkt und Prozess frühzeitig vermeiden. Möglichst früh soll eine hohe Produkt- und Prozessreife erreicht werden.

Beim Aufbau digitaler Produktdatenmodelle soll stets mit aktuellen, echten und plausiblen Daten gearbeitet werden. Produkt- und Prozessdaten sollen mit Hilfe sog. IPDM-Systeme verknüpft werden. Somit bekommen Änderungen mehrdimensionalen Charakter. Die Änderungsfolgen können besser simuliert und bewertet werden.

Das Set-Based Engineering ermöglicht frühzeitiges Erreichen hoher Reifegrade. Es werden parallel verschiedene Lösungsentwürfe entwickelt. Das zu Beginn kostenintensive Verfahren zahlt sich später durch schnellere Marktreife und Kostensparnisse in Serienanlauf und -produktion aus.

- Wie können Produkt- und Prozessdaten verknüpft werden?
 - Welche Software eignet sich dafür?
- Wie können Folgen von Änderungen simuliert und bewertet werden?

4.5 Wissensmanagement

Nachhaltiges Wissensmanagement ermöglicht eine bessere Nutzung firmeninternen Wissens sowie den gezielten Einsatz von Lernprozessen. Lernprozesse können zur Reduzierung der Time-to-market eingesetzt werden.

Wissenslücken, insbesondere mit Hinblick auf die Erfüllung der Kundenwünsche, müssen frühzeitig identifiziert werden. Dazu eignen sich Produkttests an Testpersonen. Hierfür sind geeignete Erhebungsinstrumente zu entwickeln. Die gewonnenen Erkenntnisse müssen entlang der gesamten Prozesskette zur Verfügung gestellt werden. Dazu eignet sich ein sog. E-Workflowsystem, welches eine Art ERP-System darstellt.

Wissen kann auch gezielt durch Lernprozesse generiert werden. Die Prototypen- und Nullserienphase sollen als Versuchsfeld betrachtet werden. Geplante Versuche in diesen Phasen führen zu Erkenntnisgewinn und letztlich zu Verkürzung der Anlaufzeit.

- Wie können die Kundenwünsche erfasst werden?
 - Wie können mangelhafte Produkteigenschaften identifiziert werden?
 - Welche Erhebungsinstrumente eignen sich dafür?
- Wie können Lernprozesse zur Reduzierung der Time-to-market eingesetzt werden?

4.6 Qualitätsmanagement

Gezielter Methodeneinsatz ermöglicht frühzeitige und effektive Analyse von komplexen Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen bei Qualitätsproblemen.

Das weit verbreitete Ishikawa-Diagramm wird an die Bedürfnisse des Serienanlaufs angepasst. Dazu wurde der sog. Hypothesen-Suchraum entwickelt. Dieser spannt sich über die bekannten und ggf. anzupassenden Ishikawa-Dimensionen (Methode, Material, Mensch, Messung, Milieu, Maschine) und weiterhin über die relevanten Phasen im Produktlebenszyklus auf. Nachdem potentielle Ursachen von Qualitätsproblemen identifiziert wurden, werden sie einzelnen Phasen zugeordnet. Im zweiten Schritt werden mit Hilfe des sog. Wirkgefüges Zusammenhänge zwischen den Einflussfaktoren erarbeitet. Dabei bildet das Wirkgefüge die inhaltlichen Wechselwirkungen zwischen den Ursachen übersichtlich ab und lässt Rückschlüsse auf die Hauptursachen zu.

- Wie können komplexe Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge analysiert werden?
- Welche Dimensionen eignen sich für die Ishikawa-Analyse?
- Mit welchen Phasen soll das Ishikawa-Diagramm erweitert werden?

4.7 Risikomanagement

Mit der Adaption von klassischen Risikomanagement-Methoden auf den Serienlauf können anlaufrobuste Produktionssysteme ermöglicht werden.

Zur systematischen Erfassung von Risiken werden strukturierte Risikobereiche gebildet. Risiken lassen sich zu Produktionssystemelementen zuordnen. Anschließend werden sie unter dem Aspekt der Auswirkungen klassifiziert. Es folgt eine getrennte Betrachtung von Leistungs- und Kostenrisiken. Während die Kostenrisiken direkt quantifiziert werden können, müssen Leistungsrisiken im Rahmen der Szenarioberechnung bewertet werden (s. Abschnitt 3.7). Mit Hilfe der Szenarioberechnung wird ein Risikoportfolio erarbeitet. Vier Handlungsstrategien welche in Abschnitt 3.7 beschrieben wurden, lassen sich differenziert den einzelnen Risiken im Portfolio zuordnen. Um eine schnelle Reaktion zu gewährleisten empfiehlt sich die laufende Überwachung von Indikatoren potentieller Risiken.

- Anhand welcher Kriterien sollen potentielle Risiken gruppiert werden?

- Welchen Produktionssystem-Elementen lassen sie sich zuordnen?
- Welche Handlungsstrategien können für Risikogruppen entwickelt werden?
- Anhand welcher Merkmale sollen Risiken bewertet werden?
- Welche Risiken sollen laufend überwacht werden?

4.8 Änderungsmanagement

Ein agiles Änderungsmanagement ermöglicht eine zielgerichtete Analyse und Durchführung von technischen Änderungen an Produkt und Prozessen. Die Handlungsempfehlung untergliedert sich in Voraussetzungen für ein optimales Änderungsmanagement und Durchführung.

Als Voraussetzung wird die Definition von Phasen (z. B. Prototyp, Übergang, Vorserie/Serie) genannt. Für die Phasen sollen jeweils Ausprägungen in den Dimensionen Agilität, Freiheitsgrade, Produktionsplanung und Dokumentation definiert werden. Bspw. könnte für die Prototyp-Phase eine hohe Agilität und viele Freiheitsgrade gering ausgeprägter Produktionsplanung und Dokumentation gegenüber stehen. Gestaltungsempfehlungen für die Designelemente sind in Abschnitt 3.8 detailliert beschrieben. Die Durchführung soll eine effiziente Abwicklung der Änderungsbearbeitung unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen und Interdependenzen ermöglichen. Zentrale Aspekte bilden die Gruppierung von Änderungen um Aufgaben zu parallelisieren sowie methodische Unterstützung zur Festlegung einer geeigneten Bearbeitungsreihenfolge.

- In welche Phasen können Änderungsstrategien untergliedert werden?
 - Wie sollen jeweils Änderungsprozesse gestaltet werden?
- Durch welche Maßnahmen können Änderungsprozesse beschleunigt werden?
- Wie können änderungsbedingte Arbeitsabläufe strukturiert werden?

4.9 Produktionssysteme

Produktionssysteme sollen robust gegenüber Störungen und flexibel erweiterbar sein. Werden Produktionssysteme einfach und übertragbar gestaltet, kann eine erhöhte Flexibilität bei der Integration neuer Baureihen und Komponenten erreicht werden. Standardisierte Verknüpfung von Prozess- und Produktdaten ermöglicht eine frühzeitige Bewertung von Produkt oder Prozess auf das Produktionssystem.

Um schnell auf Änderungen reagieren zu können, muss der Planungsaufwand reduziert werden. Zentrale Aspekte bilden hier die Einführung und Nutzung von Standards, welche die Komplexität

(Auswahl) verringern. Für Maschinen und Anlagen könnte bspw. eine Standardisierung mit Hilfe von Bibliotheken erfolgen. Routinetätigkeiten wie z.B. Auswertungen sollten automatisiert erfolgen.

- Welche Elemente können standardisiert oder modularisiert werden?
- Wie können Fertigungssysteme transparent und flexibel gestaltet werden?
- Wie können Fertigungssysteme effizient an ständig wechselnde Anforderungen angepasst werden?

Strategie & Organisation	Planung	Regelung
Konzeption	<ul style="list-style-type: none"> • Wie kann der Serienanlauf inhaltlich strukturiert werden? • Was sind die kritischen Themenstellungen im Serienanlauf? • Welche (Teil-)Ziele verfolgt der Serienanlauf? <ul style="list-style-type: none"> – In welcher Beziehung stehen sie zueinander? • Welche Aufgaben unterstützen die Zielerreichung? <ul style="list-style-type: none"> – Welchen Methoden, Werkzeugen und Mitarbeitern (Rollen) können sie zugeordnet werden? 	<ul style="list-style-type: none"> • Anhand welcher Kriterien / Kennzahlen lässt sich der Reifegrad des Produkts / der Prozesse quantifizieren? • Zu welchem Zeitpunkt müssen Produktdaten digital vorliegen? <ul style="list-style-type: none"> – Welche Detailtreue und -qualität ist wann zu wählen? • An welchen Stellen ist Standardisierung sinnvoll? <ul style="list-style-type: none"> – Welche Methoden können zur Überwachung definiert werden? <ul style="list-style-type: none"> – Wie könnte eine Scorecard zur Überwachung aussehen? • Mit welchen Modellen können komplexe Systeme strukturiert und abstrahiert werden?
Produktentwicklung	<h3>Qualitätsmanagement</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Wie können komplexe Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge analysiert werden? • Welche Dimensionen eignen sich für die Ishikawa-Analyse? • Mit welchen Phasen soll das Ishikawa-Diagramm erweitert werden? 	<h3>Wissensmanagement</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Wie können die Kundenwünsche erfasst werden? <ul style="list-style-type: none"> – Wie können mangelhafte Produkteigenschaften identifiziert werden? – Welche Erhebungsinstrumente eignen sich dafür? • Wie können Lernprozesse zur Reduzierung der Time-to-market eingesetzt werden?
Operation	<h3>Risikomanagement</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Welche Elemente können standarisert oder modularisiert werden? <ul style="list-style-type: none"> – Welchen Produktionssystem-Elementen lassen sie sich zuordnen? • Welche Handlungsstrategien können für Risikogruppen entwickelt werden? • Anhand welcher Merkmale sollen Risiken bewertet werden? • Welche Risiken sollen laufend überwacht werden? 	<h3>Änderungsmanagement</h3> <ul style="list-style-type: none"> • In welche Phasen können Änderungsstrategien untergliedert werden? <ul style="list-style-type: none"> – Wie sollen jeweils Änderungsprozesse gestaltet werden? • Durch welche Maßnahmen können Änderungsprozesse beschleunigt werden? • Wie können änderungsbedingte Arbeitsabläufe strukturiert werden?

Abbildung 4.1: Umsetzungsleitfaden

5 Fazit & Ausblick

5.1 Kritische Würdigung

In diesem Abschnitt wird auf die Beantwortung der Forschungsfragen eingegangen. Hauptaugenmerk ist die kritische Reflexion der angewandten Methoden.

FF 1.1: Was zeichnet das LSU mit Hinblick auf das Anlaufmanagement aus?

Welche Anforderungen werden gestellt?

Um die Anforderungen des LSU an ein Anlaufmanagement-Modell zu identifizieren, wurde gezielt Literatur gesucht. Vorher erfolgte eine Literaturrecherche zu Lean Start-up (LSU) im Allgemeinen, wie in Abschnitt 1.5.1 zusammengefasst und dargestellt wurde. Da nur wenig Literatur zu beiden Themenkomplexen existiert, wurde die Recherche auf die Anforderungen von KMU ausgeweitet. Für zukünftige Forschungsvorhaben ist auch eine Erhebung von Anforderungen durch Umfragen oder Interviews mit (Lean-)Start-ups denkbar. Schließlich wurden Anforderungen identifiziert und in methodische und technische Anforderungen unterteilt. Dies erzeugt eine differenzierte Sichtweise des Anforderungsprofils. Das Anforderungsprofil (s. Abschnitt 2.2) fasst die Randbedingungen für die weitere Untersuchung zusammen.

FF 1.2: Welche Aspekte des Anlaufmanagements sind für das LSU von Bedeutung?

Die Auswahlkriterien für die weitere Analyse ergeben sich aus dem in FF1.1 erarbeiteten Anforderungsprofil.

1. Systematische Literaturrecherche zu Anlaufmanagement allgemein: Nach kurzer Recherche ist festzustellen, dass bisher keine einheitliche Definition des Anlaufmanagements existiert. Die ausführliche Beschreibung der Herangehensweise in Abschnitt 2.3 ermöglicht das Verständnis der Ergebnisse. Eine Konsolidierung der wichtigsten Deutungen des Themas Anlaufmanagement ist erforderlich, um die Grundlage der Arbeit zu bilden.

2. Konsolidierung anhand einschlägiger Literatur: Für die Konsolidierung wurden nach zuvor definierten Kriterien vier einschlägige Quellen identifiziert. Verschiedene Perspektiven der Autoren und unterschiedliche Begriffe für ähnliche Sachverhalte stellten hohe Anforderungen

an die Analyse. Daher wurde die Software *Atlas.ti* für die qualitative Datenanalyse verwendet. Mittels sog. *Coding* erfolgte eine Systematisierung von Begrifflichkeiten und es konnten geeignete Textpassagen identifiziert und miteinander verglichen werden.

3. Entwicklung eines Grundgerüsts: Das Grundgerüst ergibt sich aus der Systematisierung der Begrifflichkeiten und bildet zusammen mit dem Anforderungsprofil die Grundlage für die Arbeit.

4. Systematische Literaturrecherche anhand des Grundgerüsts und des Anforderungsprofils: Mit Hilfe des Grundgerüsts und des Anforderungsprofils konnte eine zielgerichtete Literaturrecherche erfolgen. Die Qualität der Quellen wurde durch zuvor definierte Kriterien sichergestellt. Die erforderliche Limitierung der Quellenanzahl, entsprechend der Vorgabe bezüglich des Umfangs der vorliegenden Arbeit, führte dazu, dass einige Aspekte des Grundgerüsts nicht analysiert werden konnten.

FF 1.3: Wie könnte ein Anlaufmanagement-Ansatz für das LSU auf Basis des Stands der Wissenschaft zum Thema Anlaufmanagement aussehen?

Zur Beantwortung der FF1.3 wurden die Erkenntnisse aus der Analyse zusammenfassend dargestellt. Daraus wurden Fragen abgeleitet, welche in einen Umsetzungsleitfaden fließen. Der Umsetzungsleitfaden unterstützt Unternehmer, die für einen optimalen Serienanlauf wichtigen Entscheidungen zu treffen und eine geeignete Strategie zu entwickeln. Der Leitfaden ist bzgl. der Darbietung an das *Business Model Canvas* (BMC) angelehnt. Dadurch zielt der Leitfaden hauptsächlich auf individuell zu gestaltende Elemente ab.

Im Hauptteil sind jedoch viele allgemeine Handlungsempfehlungen identifiziert worden, welche nicht im Leitfaden darstellbar sind. Diese Handlungsempfehlungen erweisen sich als fruchtbar und könnten bspw. in einem *Handbuch Anlaufmanagement für das LSU* zusammengefasst werden.

5.2 Ausblick

In diesem Abschnitt werden die Konsequenzen bzw. Implikationen für die Wissenschaft und Wirtschaft sowie ein Ausblick formuliert.

Implikationen für die Wissenschaft

Bereits in der Einführung wurde darauf hingewiesen, dass eine Validierung der Ergebnisse im Rahmen dieser Arbeit nicht stattfinden wird. Daher sind die hier gewonnenen Erkenntnisse (AM-Modell, Umsetzungsleitfaden) zur Zeit als ein Vorschlag für eine Best Practice zu betrachten. Eine

Validierung kann durch eine zweite Person oder aber durch empirische Bestätigung in der Industrie erfolgen.

Für die weitere Forschung wurden vier verschiedene Ansätze identifiziert:

1. Die zu untersuchenden Aspekte des Grundgerüsts können erweitert werden. Zunächst können die in dieser Arbeit vorgeschlagenen jedoch nicht untersuchten Aspekte Kooperationen, Lieferanten und Logistik hinzugezogen werden. Möglich ist auch, dass neue Aspekte identifiziert oder hier erarbeitete Aspekte weg gelassen werden.
2. Die Forschung kann quantitativ durch eine umfangreichere Literaturrecherche und -auswertung ergänzt werden. Dabei wird die Anzahl relevanter Quellen und Lösungsvorschläge erhöht.
3. Die Forschung kann in der Abstraktionsebene variiert werden. Es können detailliertere Handlungsempfehlungen entwickelt werden. Denkbar ist auch die Erstellung konkreter Umsetzungsvorschläge für diverse Anwendungs- bzw. Unternehmensszenarien. Dadurch kann der Implementierungsaufwand im Unternehmen erheblich reduziert werden. Dazu müssen zunächst Zieltypen identifiziert werden, die mögliche Anwendungsszenarien beschreiben. Anschließend werden für jeden Zieltyp konkrete Handlungsempfehlungen entwickelt.
4. Erkenntnisse aus der Industrie können hinzugezogen werden. Denkbar ist eine Erhebung von Erfahrungen aus (Lean) Start-ups und KMU, die sich bereits mit Serienanläufen beschäftigt haben. Für die Erhebung eignen sich bspw. Fragebögen, Interviews oder Veröffentlichungen (Whitepaper, Präsentationen).

Implikationen für die Wirtschaft

Für eine erfolgreiche Umsetzung der erarbeiteten Vorschläge im Unternehmen sind folgende Voraussetzungen identifiziert worden:

1. **Kompetenzen:** Die verantwortlichen Mitarbeiter müssen ein Grundverständnis für die Denkweise, Begriffe und Methoden (z.B.: QFD, Ishikawa-Diagramm) des Qualitätsmanagements vorweisen.
2. **Ressourcen:** Für die Umsetzung müssen genügend Ressourcen (Personal, Zeit, Geld) zum richtigen Zeitpunkt vorhanden sein. Zu Beginn ist eine strategische Planung und Implementierung der Vorschläge erforderlich. Im weiteren Verlauf muss der operative Betrieb gewährleistet sein.

3. **Motivation:** Für den Einsatz der notwendigen Ressourcen insbesondere zu Beginn einer Produktplanung ist starke Motivation erforderlich. Die Motivation hängt u.a. vom Vermögen der Führungskräfte ab, das Anlaufmanagement als kritisches Handlungsfeld zu identifizieren.

Die Bedeutung der aufgeführten Punkte wird deutlich, wenn der Fall eintritt, in dem das Lean Start-up über keine eigene QM-Abteilung oder QM-Mitarbeiter verfügt. Eine Möglichkeit die Umsetzung im Unternehmen zu vereinfachen, ist die weiter oben genannte Entwicklung von Handlungsempfehlungen für konkrete Anwendungsszenarien. Die einfachere Umsetzung wird allerdings mit erhöhtem Forschungs- und Entwicklungsaufwand, sowie der Nutzung von nicht 100% auf den Anwendungsfall zugeschnittenen Lösungen erkauft.

Literatur

- Aßmann, G. (1998). Aktionsfelder des integrierten änderungsmanagements. In R. Reichwald (Hrsg.), *Integriertes änderungsmanagement* (S. 107–131). Berlin: Springer.
- Basse, I., Schmitt, S., Gartzen, T., & Schmitt, R. (2014). Solution principles for managing instabilities in ramp-up. *Procedia CIRP*, 20, 93–97.
- Baumgärtner, G. (2006). *Reifegradorientierte Gestaltung von Produktionssystemen* (Diss., TCW Transfer-Centrum GmbH & Co. KG, München).
- Bischoff, R. (2007). *Anlaufmanagement - Schnittstelle zwischen Projekt und Serie: Ramp-up Management : intersection between project management and serial production*. Konstanz: Hochschule Konstanz Technik, Wirtschaft und Gestaltung.
- Blank, S. (2013). Why the lean start-up changes everything. *Harvard Business Review*, 91(5), 63–72.
- Burghardt, M. (2006). *Projektmanagement: Leitfaden für die Planung, Überwachung und Steuerung von Entwicklungsprojekten* (B. Siemens AG, Hrsg.). Publicis Coroprate Publishing, Erlangen.
- Christensen, I. & Rymaszewska, A. (2016 Januar). Lean application to manufacturing ramp-up: a conceptual approach. *Quality Management Journal*, 23(1), 45–54.
- DIN - Deutsches Institut für Normung e.V. (2014). *DIN IEC 60050-351. Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Teil 351: Leitechnik (IEC 60050-351:2013)*.
- DIN - Deutsches Institut für Normung e.V. (2015 November). *DIN EN ISO 9000 Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe (ISO9000:2015)*.
- Disterer, G. (2000). Wissensmanagement in Projekten. *Projektmanagement Aktuell*, (4), 30–36.
- Dombrowski, U. (2015). *Lean Development*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Dombrowski, U. & Hanke, T. (2009a). Lean Ramp-up. Ein Organisationsmodell für den effizienten Serienanlauf in KMU. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 104(10), 877–883.
- Dombrowski, U. & Hanke, T. (2011a). Lean Ramp-up: Handlungs- und Gestaltungsfelder. Von Anfang an die richtigen Dinge richtig tun. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 106(5), 332–336.
- Dombrowski, U. & Hanke, T. (2011b). Lean Ramp-up: Schwerpunkte im Anlaufmanagement. Von Anfang an die richtigen Dinge richtig tun. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 106(7/8), 531–535.
- Dombrowski, U. & Hanke, T. (2017 Juni). Lean Ramp-up: Ein Organisationsmodell für das Anlaufmanagement. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 112(6), 387–391.
- Dombrowski, U., Herrmann, C., Lacker, T., & Sonnentag, S. (2009b). *Modernisierung kleiner und mittlerer Unternehmen*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Dyckhoff, H., Müser, M., & Renner, T. (2012). Ansätze einer Produktionstheorie des Serienanlaufs : übersicht und ein Basismodell. *Zeitschrift für Betriebswirtschaft : ZfB = Journal of business economics*, 82(12), 1427–1456.
- Ehrlenspiel, K., Kiewert, A., Lindemann, U., & Mörtl, M. (2014). *Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Falzmann, J. (2007). *Mehrdimensionale Lieferantenbewertung* (Diss., Universität Giessen, Giessen).
- Fleischer, J., Spath, D., & Lanza, G. (2003). Qualitätssimulation im Serienanlauf: Vorbestimmte Qualitätsfähigkeitskurven von Elementarprozessen. *wt Werkstattstechnik online*, (1/2), 50.
- Frank U., K. F., Giese H. (2009). *Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus – Definitionen und Konzepte*. Paderborn.
- Gartzen, T. (2012). *Diskrete Migration als Anlaufstrategie für Montagesysteme* (Diss., Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT, RWTH Aachen, Aachen).
- Gellermann, A. & Fay, A. (2017). Agiles Änderungsmanagement in der Automation industrieller Anlagen. *Industrie 4.0 Management*, 33(3), 49–53.

- Großhennig, P. (2005 April). Produktionsanläufe – Voraussicht ist besser als Nachsicht. *phi – Produktionstechnik Hannover informiert*, 6(2), 10–11.
- Harjes, M., Bade, B., & Harzer, F. (2004). Anlaufmanagement - Das Spannungsfeld im Produktentstehungsprozess. *Industrie Management*, 20(4), 45–48.
- Hertrampf, F., Nickel, R., & Stirzel, M. (2008 April). Produktionsanläufe als Erfolgsfaktor zur Einhaltung der Time-to-Market. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 103(4), 236–239.
- Hilmola, O.-P., Lorentz, H., Hilletoth, P., & Malmsten, J. (2015 Juli). Manufacturing strategy in SMEs and its performance implications. *Industrial Management & Data Systems*, 115(6), 1004–1021.
- Hofbauer, G., Mashhour, T., & Fischer, M. (2016). *Lieferantenmanagement, Die wertorientierte Gestaltung der Lieferbeziehung*. Berlin, Boston: De Gruyter Oldenbourg.
- Housein, G., Lin, B., & Wiesinger, G. (2002). Der Mitarbeiter im Fokus des Produktionsanlaufes. *wt Werkstattstechnik online*, (10), 509.
- Jania, T. (2005). *Änderungsmanagement auf Basis eines integrierten Prozess- und Produktdatenmodells mit dem Ziel einer durchgängigen Komplexitätsbewertung* (Diss., Universität Paderborn, Paderborn).
- Klocke, F., Stauder, J., Mattfeld, P., & Müller, J. (2016). Modeling of manufacturing technologies during ramp-up. *Procedia CIRP*, 51, 122–127. 3rd ICRM 2016 International Conference on Ramp-Up Management.
- Krishnan, V. & Ulrich, K. T. (2001 Januar). Product development decisions: a review of the literature. *Management Science*, 47(1), 1–21.
- Kuhn, A., Wiendahl, H.-P., & Eversheim, W. (2002). *Fast Ramp-Up - Schneller Produktionsanlauf von Serienprodukten*. Dortmund: Verlag Praxiswissen.
- Laick, T., Warnecke, G., & Aurich, J. C. (2003). Hochlaufmanagement : Sicherer Produktionshochlauf durch zielorientierte Gestaltung und Lenkung des Produktionsprozesssystems. *PPS Management*, (2), 51–54.
- Liker, J. K. (2013). *Der Toyota-Weg. 14 Managementprinzipien des weltweit erfolgreichsten Automobilkonzerns*. München: Financial Times Deutschland Bibliothek. FinanzBuch-Verlag.
- Lindemann, U. (1998). *Integriertes Änderungsmanagement* (R. Reichwald, Hrsg.). Berlin: Springer.
- Meier, H. (2007). *Workflowbasierte Steuerung unternehmensübergreifender Serienanläufe (ELAN)* (Bd. 3) (B. Zimolong, Hrsg.). Frankfurt/Main: VDMA.
- Niemerg, C. (1997). *Änderungskosten in der Produktentwicklung* (Diss., TU München, München).
- Pfohl, H.-C. & Gareis, K. (2000 Januar). Die Rolle der Logistik in der Anlaufphase. *Zeitschrift für Betriebswirtschaft : ZfB = Journal of business economics*, 70, 1189–1214.
- Quasdorff, O. & Bracht, U. (2016 Dezember). Die Lean Factory. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 111(12), 843–846.
- Reichwald, R. & Tasch, A. (2004). Projektmanagement im Feldanlauf. *Industrie Management*, 20(4), 9–12.
- Reinfelder, A., Wutke, C., & Blumenau. (2004). Planung anlaufrobuster Produktionssysteme. *Industrie Management*, 20(4), 41–47.
- Renner, T. (2012). *Performance Management im Produktionsanlauf* (Diss., RWTH Aachen, Aachen).
- Ries, E. (2008). Startup lessons learned: the lean startup. Zugriff unter www.startuplessonslearned.com/2008/09/lean-startup.html
- Ries, E. (2011). *The lean startup: how today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses*. Crown Business.
- Risse, J. (2002). *Time-to-market-Management in der Automobilindustrie : ein Gestaltungsrahmen für ein logistikorientiertes Anlaufmanagement* (Diss.).
- Schmitt, R. (2015). *Anlaufmanagement - Begriffe und Definitionen* (1. Aufl.). Aachen: Apprimus Wissenschaftsverlag.
- Scholz-Reiter, B. & Krohne, F. (2010). Ramp-Up Excellence. Ein skalierbares Anlaufmanagementprozessmodell für Elektronik Zulieferer. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben 15072. *BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH*.

- Schuh, G. & Franzkoch, B. (2004). Fast Ramp-Up: Anlaufstrategien, Deviationsmanagement und Wissensmanagement für den Anlauf. *VDI Berichte*, 1849, 69–78.
- Schuh, G., Gartzen, T., Soucy-Bouchard, S., & Basse, F. (2017). Enabling agility in product development through an adaptive engineering change management. *Procedia CIRP*, 63, 342–347.
- Schuh, G., Kampker, A., & Franzkoch, B. (2005). Anlaufmanagement: Kosten senken – Anlaufzeit verkürzen – Qualität sichern. *wt Werkstattstechnik online*, (5), 405.
- Schuh, G., Lenders, M., & Schöning, S. (2007). *Mit Lean Innovation zu mehr Erfolg*. Aachen: Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen.
- Schuh, G., Stölzle, W., & Straube, F. (2008a). *Anlaufmanagement in der Automobilindustrie erfolgreich umsetzen*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Schuh, G., Stölzle, W., & Straube, F. (2008b). Grundlagen des Anlaufmanagements: Entwicklungen und Trends, Definitionen und Begriffe, Integriertes Anlaufmanagementmodell. In *Anlaufmanagement in der automobilindustrie erfolgreich umsetzen: ein leitfaden für die praxis* (S. 1–6). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Schwarz, C. & Schmitt, M. (2017 August). Reifegradmodell für Lean Production. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 112(7-8), 506–509.
- Seghezzi, H. D., Fahrni, F., & Friedli, T. (2013 September). *Integriertes Qualitätsmanagement*. München: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG.
- Stauder, J., Buchholz, S., Mattfeld, P.-M., & Rey, J. (2016). Evaluating the substitution risk of production systems in volatile environments. *Production engineering*, 10(3), 305–318.
- Straub, W., Weidmann, M., & Baumeister, M. (2006 März). Erfolgsfaktoren für einen effizienten Anlauf in der automobilen Montage. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 101(3), 124–129.
- Surbier, L., Alpan, G., & Blanco, E. (2014 November). A comparative study on production ramp-up: state-of-the-art and new challenges. *Production Planning & Control*, 25(15), 1264–1286.
- Terwiesch, C. & Bohn, R. E. (2001a). Learning and process improvement during production ramp-up. *International Journal of Production Economics*, 70(1), 1–19.
- Terwiesch, C., Bohn, R., & Chea, K. (2001b Oktober). International product transfer and production ramp-up. *R&D Management*, 31(4), 435.
- Wiendahl, H.-P., Hegenscheidt, M., & Winkler, H. (2002). Anlaufrobuste Produktionssysteme. *wt Werkstattstechnik online*, (11/12), 650.
- Wildemann, H. (2004). Präventive Handlungsstrategien für den Produktionsanlauf. *Industrie Management*, 20(4).
- Wildemann, H. (2008). Entwicklungspartnerschaften in der Automobilindustrie. *Controlling*, 20(4-5), 193–200.
- Winkler, H., Heins, M., & Nyhuis, P. (2007 Mai). A controlling system based on cause effect - relationships for the ramp-up of production systems. *Production Engineering*, 1(1), 103–111.
- Zäh, M. F. & Möller, N. (2004). Risikomanagement bei Produktionsanläufen. *Industrie Management*, 20(4), 13–16.
- Zanner, S., Jäger, S., & Stotko, C. (2002). Änderungsmanagement bei verteilten standorten. *Industrie Management*, 18(3), 40–43.
- Zimolong, B., Meier, H., Preuss, S., & Homuth, M. (2006). KMU-gerechtes Anlaufmanagement in der Lieferkette. *Industrie Management*, 22(1), 35–38.
- Zink, K. J. & Maier, A. (2010). Ursachenanalyse von Qualitätsproblemen im Produktionsanlauf. *Qualität und Zuverlässigkeit : QZ : die Zeitschrift für Qualitätsmanagement und Qualitätssicherung*, 55(8), 8–9.

A Anhang

A.1 Exposé

Das Exposé wurde zu Beginn der Arbeit verfasst und legt Motivation und Problemstellung dar. Weiterhin werden der Fokus der Arbeit sowie die Herangehensweise skizziert. Es wurde im Rahmen der Anmeldung beim Prüfungsamt als verbindliche Aufgabenstellung beigelegt.

Entwicklung eines Anlaufmodells für das Lean Start-up – Exposé

Rudolph Ribeiro Maier*

Fachgebiet Qualitätswissenschaft, Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb, TU Berlin

(Dated: February 27, 2018)

Motivation & Problemstellung: Die produzierende Industrie findet sich heutzutage in einem zunehmend dynamischen Wettbewerbsumfeld wieder, welches vielschichtige Herausforderungen mit sich bringt [1]. Die hauptsächlichen Herausforderungen liegen in steigenden Innovationsgeschwindigkeiten, kürzeren Produktlebenszyklen und einer höheren Variantenvielfalt [2, 3]. Um dem durch die Globalisierung verstärkten Wettbewerb standzuhalten, müssen produzierende Unternehmen innovative Produkte und Dienstleistungen anbieten und sich zunehmend kundenorientiert aufstellen [4]. Eine zentrale Rolle wird hier dem Anlauf von Serienprodukten zugeschrieben. Aufgrund immer kürzer werdender Produktlebenszyklen rücken Kosten und Zeitaufwand in den Vordergrund [5]. So hat der Anlauf einen signifikanten Einfluss auf den wirtschaftlichen Erfolg des Produkts und die Time-to-Volume [6]. Selbst ein um wenige Monate verschobener Verkaufsstart kann über Erfolg oder Misserfolg des Produkts entscheidend sein [7]. Die Bedeutung der Serienanläufe findet bisher in der Wissenschaft keine angemessene Aufarbeitung [8].

I. FOKUS DER ARBEIT

Der Trend zur Konzentration auf Kernkompetenzen sorgt dafür, dass in großen Unternehmen immer mehr Wertschöpfungsanteile an Zulieferer abgegeben werden [9, 10]. Der Gesamtanlauf setzt sich fortan aus vielen lokalen Einzelanläufen zusammen [11]. Im Zuge dessen erhöht sich die Komplexität des Gesamtanlaufs. An dieser Stelle setzt das Konzept des Lean Start-up (LSU) an. Das Lean Start-up ist eine Businessmethode für dynamische Unternehmen oder Projekte, die hohen Risiken und Unsicherheiten ausgesetzt sind. Im Jahre 2008 führte RIES zum ersten Mal den Begriff Lean Start-up ein [12]. Das Konzept des Anlaufmanagements befasst sich mit der Planung, Durchführung und Steuerung des Serienanlaufs [2, S.8]. Hauptziele sind die Beherrschung und die zeitliche Verkürzung der Anlaufphase [2, 13].

Bei der Analyse der Literatur zu LSU lässt sich feststellen, dass der Themenkomplex Anlaufmanagement bisher noch nicht abgebildet wird. Da jedoch eine Beherrschung reibungsloser Serienanläufe ein entscheidender Wettbewerbsvorteil ist, sind hier erhebliche Potentiale für das LSU zu erwarten [14, S.XI]. Darauf basierend lässt sich folgende Hypothese für die Arbeit ableiten:

Hypothese: Der Themenkomplex Anlaufmanagement findet in der Businessmethode Lean Start-up keine angemessene Beachtung. Die Beherrschung eines reibungslosen Serienanlaufs ist jedoch ein erheblicher Wettbewerbsvorteil.

Basierend auf der Hypothese werden folgende Forschungsfragen aufgestellt, die in der Abschlussarbeit beantwortet werden müssen:

FF 1: Wie kann der Serienanlauf im LSU gestaltet werden?

FF 1.1: Was zeichnet das LSU mit Hinblick auf das Anlaufmanagement aus? Welche Anforderungen werden gestellt?

FF 1.2: Welche Aspekte des Anlaufmanagements sind für das LSU von Bedeutung?

FF 1.3: Wie könnte ein Anlaufmanagement-Ansatz für das LSU auf Basis des Stands der Wissenschaft zum Thema Anlaufmanagement aussehen?

II. HERANGEHENSWEISE

Die Abschlussarbeit wird eine Literaturarbeit. In der Einführung erfolgt eine knappe Darstellung der zu behandelnden Themen Lean Start-up und Anlaufmanagement. Im Hauptteil wird zunächst der Stand der Wissenschaft zum Thema Lean Start-up skizziert. Den größeren Teil bildet eine umfassende Literaturanalyse zum Stand der Wissenschaft des Anlaufmanagements. Die Literaturrecherche erfolgt nach fest definierten Kriterien. Für die Literaturanalyse werden mit Hilfe des Tools *Atlas.ti* alle relevanten Textstellen gecoded, d.h. identifiziert und nachvollziehbar dokumentiert. Anhand der Ergebnisse wird anhand von 15-20 Quellen der Stand der Wissenschaft dargestellt. Im nächsten Abschnitt werden für das Lean Start-up nicht berücksichtigte Anforderungen an das Anlaufmanagement ermittelt und daraus eine Art Anlaufmodell abgeleitet.

Die Validierung der Ergebnisse erfolgt durch Zitierung der Quellen. Auf eine Validierung durch Experten, Fragebögen oder empirische Untersuchungen wird aufgrund des großen Umfangs verzichtet.

* rudolph.m.riberomaier@campus.tu-berlin.de

-
- [1] Tim Renner, *Performance Management im Produktionsanlauf*, Ph.D. thesis, RWTH Aachen (2012).
- [2] A. Kuhn, H.-P. Wiendahl, and W. Eversheim, *Fast Ramp-Up - Schneller Produktionsanlauf von Serienprodukten* (Dortmund: Praxiswissen, 2002).
- [3] Jens Stauder, Steffen Buchholz, Patrick-Marcel Mattfeld, and Jan Rey, "Evaluating the substitution risk of production systems in volatile environments," *Production engineering* **10**, 305–318 (2016).
- [4] Laurène Surbier, Gülgün Alpan, and Eric Blanco, "A comparative study on production ramp-up: state-of-the-art and new challenges," *Production Planning & Control, Production Planning & Control* **25**, 1264–1286 (2014).
- [5] Helge Winkler, Michael Heins, and Peter Nyhuis, "A controlling system based on cause effect - relationships for the ramp-up of production systems," *Production Engineering* **1**, 103–111 (2007).
- [6] F. Klocke, J. Stauder, P. Mattfeld, and J. Müller, "Modeling of manufacturing technologies during ramp-up," *Procedia CIRP* **51**, 122 – 127 (2016), 3rd ICRM 2016 International Conference on Ramp-Up Management.
- [7] Günther Schuh, Wolfgang Stölzle, and Frank Straube, *Anlaufmanagement in der Automobilindustrie erfolgreich umsetzen* (Springer Berlin Heidelberg, 2008).
- [8] Harald Dyckhoff, Mark Müser, and Tim Renner, "Ansätze einer produktionstheorie des serienanlaufs : Übersicht und ein basismodell," *Zeitschrift für Betriebswirtschaft : ZfB = Journal of business economics* **82**, 1427–1456 (2012).
- [9] Olli-Pekka Hilmola, Harri Lorentz, Per Hilletoft, and Jarmo Malmsten, "Manufacturing strategy in SMEs and its performance implications," *Industrial Management & Data Systems* **115**, 1004–1021 (2015).
- [10] Horst Wildemann, "Wildemann, entwicklungspartner-schaften in der automobilindustrie," *Controlling* **20**, 193–200 (2008).
- [11] Bernhard Zimolong, Horst Meier, Sylvia Preuss, and Michael Homuth, "Kmu-gerechtes anlaufmanagement in der lieferkette," *Industrie Management* **22**, 35–38 (2006).
- [12] Eric Ries, "Startup lessons learned: The lean startup," <http://www.startuplessonslearned.com/2008/09/lean-startup.html>.
- [13] Robert Schmitt, *Anlaufmanagement - Begriffe und Definitionen; 1. Aufl.*, 667707 (Apprimus Wissenschaftsverlag, Aachen, 2015) pp. XI, 31 S. : Ill., zahlr. graph. Darst.
- [14] Raphael Bischoff, *Konstanzer Managementschriften - Band 2* (Hochschule Konstanz Technik, Wirtschaft und Gestaltung, Konstanz, 2007) pp. –.

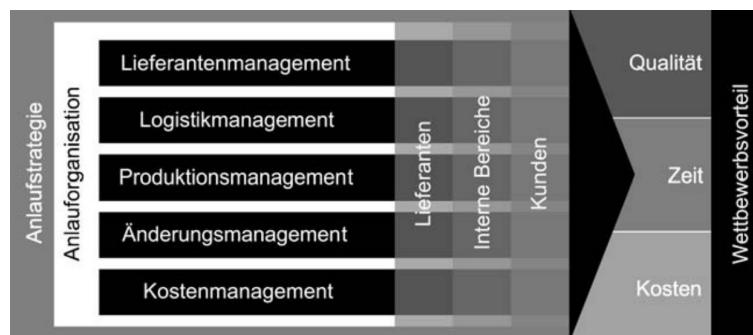
A.2 Die Entwicklung des Grundgerüsts



Handlungsfelder (Kuhn et al. 2002, S. 17)

- 2 Handlungsfelder im Anlaufmanagement
- 2.1 Planung, Controlling und Organisation von Anläufen ...
 - 2.2 Anlaufrobuste Produktionssysteme
 - 2.3 Änderungsmanagement im Ramp-up.....
 - 2.4 Kooperations- und Referenzmodelle für den Anlauf
 - 2.5 Wissens- und Personalmanagement.....
 - 2.6 Risikomanagement (Produkt- und Projektrisiken)
 - 2.7 Strategische Projektwahl

Handlungsfelder (Bischoff 2007)



Integriertes Anlaufmanagementmodell (Schuh et al. 2008, S. 4)



Das Aachener Modell (Schmitt 2015, S.23)



Anlaufmanagement im PEP (Schmitt 2015, S.2)

Abbildung A.1: Entwicklung des Grundgerüsts

A.3 Dombrowski-2011a - Lean Ramp-up. Handlungs- und Gestaltungsfelder

Die Handlungsfelder im Lean Ramp-up

Produktentwicklung und Konstruktion umfassen alle Aufgaben, die sich mit dem Konzipieren, Entwerfen, Ausarbeiten und Erproben eines Produkts beschäftigen. Als Ergebnis resultieren Zeichnungen, Stücklisten und andere Produktdokumentationen.

Fertigungs- und Montagemitte umfassen alle Aufgaben, die sich mit der Bedarfsplanung, Auswahl, Beschaffung, Herstellung, Einrichtung, Programmierung und Inbetriebnahme von Maschinen, Anlagen, Werkzeugen und Vorrichtungen beschäftigen. Dazu gehören auch die Wartung und Instandhaltung. Als Ergebnis resultiert ein Fertigungs- und Montagekonzept.

Fertigungs- und Montageprozesse umfassen alle Aufgaben, die sich mit der Festlegung der Arbeitsabläufe zur Herstellung eines Produkts in der Fertigung und Montage beschäftigen. Es werden u. a. Reihenfolgen und Vorgabezeiten bestimmt sowie Produktionsmittel zugeordnet. Als Ergebnis resultieren Arbeitspläne, in denen alle Informationen dokumentiert sind.

Personal- und Arbeitsorganisation umfasst alle Aufgaben, die sich mit der Bedarfs- und Einsatzplanung, Beschaffung, Entwicklung und Freisetzung von Personal sowie mit der Gestaltung einer arbeitsgerechten und bestmöglichen Zusammenarbeit von Mensch und Technik beschäftigen. Als Ergebnis resultieren zum Beispiel Personaleinsatzpläne, Arbeitszeit und Entgeltsysteme.

Produktionsplanung und -steuerung (PPS) umfasst alle Aufgaben, die sich mit der Festlegung, Veranlassung, Überwachung und Sicherung des Produktionsprogramms nach Art und Menge unter Berücksichtigung von Terminen und Kapazitäten beschäftigen. Als Ergebnis resultiert ein Produktionsplan mit Bedarfsmengen und -terminen für Zukauf- und Eigenfertigungsteile.

Einkaufs- und Dispositionenprozesse umfassen alle Aufgaben, die sich mit der kostenoptimalen strategischen und operativen Beschaffung von Zukaufteilen, Handelswaren, Betriebsmitteln und Dienstleistungen von einem Lieferanten beschäftigen. Als Ergebnis resultieren zum Beispiel Sourcingstrategien, Verträge mit Lieferanten und verfügbare Lagerbestände.

Logistikprozesse und Logistikmittel umfassen alle Aufgaben, die sich mit der Festlegung von effizienten inner- und außerbetrieblichen Transporten bzw. Materialflüssen und der Bereitstellung von Gütern beschäftigen. Außerdem werden Logistikmittel, wie z. B. Lager- und Transportmittel bestimmt. Als Ergebnis resultieren sog. Logistiksysteme.

Gebäude, Layout und Arbeitsplätze umfassen alle fabrikplanerischen Aufgaben, die sich mit der Festlegung, optimalen Auslegung und Realisierung der Produktionsstätten beschäftigen. Der Umfang reicht dabei von der Umgestaltung einzelner Arbeitsplätze bis hin zur Errichtung neuer Gebäude. Als Ergebnis resultieren eingerichtete Arbeitsplätze, Flächen und Gebäude.

Qualitätsmanagement und Qualitätsmittel umfassen alle Aufgaben, die sich mit der Planung, Lenkung, Prüfung, Sicherung und Verbesserung der Qualitätsmerkmale von Produkten, Prozessen und Leistungen beschäftigen. Außerdem werden Qualitätsmittel, wie z. B. Prüf- und Messmittel bestimmt. Als Ergebnis resultieren beispielsweise Arbeits- und Prüfanweisungen.

Informationsprozesse und -systeme umfassen alle Aufgaben, die sich mit der Beschaffung, Verarbeitung, Übertragung und Speicherung von Informationen zur Integration und zielorientierten Steuerung aller operativen Prozesse beschäftigen. Als Ergebnis resultieren zum Beispiel Systeme zur Betriebsdatenerfassung (BDE).

Die Gestaltungsfelder im Lean Ramp-up

Integration und Kooperation umfassen alle Methoden und Werkzeuge, die fachbereichs-, phasen-, technologie- und unternehmensübergreifend zur Synchronisierung von Produkt- und Produktionsentwicklung beitragen. Dazu wird eine simultane, interdisziplinäre und partnerschaftliche Zusammenarbeit angestrebt. Ziel ist es, zum Beispiel Schnittstellen und Änderungen zu reduzieren.

Partizipation und Veränderung umfassen alle Methoden und Werkzeuge, die zur Motivation der Mitarbeiter und zum Abbau bzw. zur Vermeidung von Widerständen und Konflikten beitragen. Dazu werden alle betroffenen Organisationseinheiten am ProdukBild 4. Gestaltungsfelder im Lean Ramp-up tionsanlauf beteiligt. Ziel ist es, die Potenziale der Mitarbeiter zu nutzen und einen reibungslosen Anlauf zu erreichen.

Wertschöpfung und Just-in-Time (JIT) umfassen alle Methoden und Werkzeuge, die zur produktiven, schnellen und termingerechten Herstellung bzw. Lieferung der Produkte beitragen. Dazu werden alle Verluste in den Produktions- und Logistikprozessen eliminiert und eine fließende und kundenorientierte Produktion aufgebaut. Ziel ist ein schlankes Produktionssystem.

Pilotierung und Qualifizierung umfasst alle Methoden und Werkzeuge, die zur Absicherung von Produkt- und Prozessreifegrad sowie zur Steigerung der Leistungsfähigkeit des Produktionsystems beitragen. Dazu werden sog. Pilotbereiche eingerichtet in denen Produktionstests sowie Mitarbeiter Schulungen erfolgen. Ziel ist eine steile Lern- bzw. Anlaufkurve.

Priorisierung und Standardisierung umfassen alle Methoden und Werkzeuge, die zur Reduzierung, Beherrschung und Vermeidung der technologischen, prozessualen und organisatorischen Komplexität im Produktionsanlauf beitragen. Dazu werden Schwerpunkte gebildet und Referenzunterlagen erstellt. Ziel ist es, den Aufwand im Produktionsanlauf zu reduzieren.

Reaktionsfähigkeit und Flexibilität umfassen alle Methoden und Werkzeuge, die zum zeitnahen Erkennen veränderter Randbedingungen und Störungen sowie zur kontinuierlichen Anpassung des Anlaufmanagements beitragen. Dazu werden Frühwarnsysteme etabliert und Handlungsoptionen bestimmt. Ziel ist es, schnell auf Veränderungen und Störungen zu reagieren.

Fehler- und Risikovermeidung umfasst alle Methoden und Werkzeuge, die zur präventiven Qualitätssicherung und -verbesserung beitragen. Dazu werden frühzeitig die Ergebnisse der Produkt- und Produktionsentwicklung veranschaulicht und Fehler- bzw. Risikopotentiale eliminiert. Ziel sind eine hohe Produkt- und Prozessqualität sowie geringe Änderungs- und Prüfkosten.

Problemlösung und Stabilisierung umfassen alle Methoden und Werkzeuge, die zur reaktiven Qualitätssicherung und -verbesserung beitragen. Dazu werden die Produkte und Prozesse kontinuierlich überprüft und überwacht sowie systematisch Problemursachen beseitigt. Ziel ist eine Stabilisierung des Anlaufs und Vermeidung von Folge- und Wiederholungsfehlern.

Wissenstransfer und KVP umfassen alle Methoden und Werkzeuge, die zum Transfer von Erfahrungswissen und zur Erhöhung der Mitarbeiterkompetenzen beitragen. Dazu wird explizites und – soweit möglich – implizites Wissen identifiziert, gesammelt, aufbereitet und vermittelt. Ziel ist es, mit dessen Nutzung und Weiterentwicklung aktuelle und zukünftige Anläufe zu verbessern.

Transparenz und Visualisierung umfassen alle Methoden und Werkzeuge, die zur Verfügbarkeit und leicht verständlichen Darstellung von Informationen und Daten beitragen. Dazu werden sowohl Informations- und Kommunikationstechnische Systeme als auch optische Hilfsmittel und Signale eingesetzt. Ziel ist die Regelung, Steuerung und Verbesserung des Produktionsanlaufs.

A.4 Dombrowski-2011b - Lean Ramp-up: Schwerpunkte im Anlaufmanagement

Gestaltungsfelder (GF)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	HF-Schwerpunkte
		Integration und Kooperation	Partizipation und Veränderung	Wertschöpfung und Just-in-time	Pilotierung und Qualifizierung	Priorisierung und Standardisierung	Reaktionsfähigkeit und Flexibilität	Fehler- und Risikovermeidung	Problemlösung und Stabilisierung	Wissenstransfer und KVP	Transparenz und Visualisierung	
Zieltyp: First-Mover Schwerpunkt: Zeitziele												
1	Produktentwicklung und Konstruktion	hoch	mittel	-	mittel	hoch	-	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel
2	Fertigungs- und Montagemitte	hoch	mittel	mittel	hoch	hoch	-	mittel	mittel	hoch	mittel	hoch
3	Fertigungs- und Montageprozesse	-	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel
4	Personal- und Arbeitsorganisation	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel
5	Produktionsplanung und -steuerung	-	mittel	hoch	mittel	hoch	mittel	-	mittel	mittel	hoch	hoch
6	Einkaufs- und Dispositionenprozesse	hoch	mittel	mittel	-	hoch	hoch	-	mittel	mittel	mittel	hoch
7	Logistikprozesse und Logistikmittel	mittel	gering	mittel	mittel	hoch	gering	gering	mittel	gering	mittel	gering
8	Gebäude, Layout und Arbeitsplätze	-	mittel	mittel	gering	mittel	gering	gering	-	gering	mittel	gering
9	Qualitätsmanagement und Qualitätsmittel	mittel	gering	gering	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	gering
10	Informationsprozesse und -systeme	hoch	mittel	-	-	mittel	mittel	mittel	-	mittel	mittel	mittel
GF-Schwerpunkte		hoch	mittel	mittel	mittel	hoch	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel

Abbildung A.2: Schwerpunkte für *Firstmover* (Dombrowski et al. 2011b)

Gestaltungsfelder (GF)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	HF-Schwerpunkte
		Integration und Kooperation	Partizipation und Veränderung	Wertschöpfung und Just-in-time	Pilotierung und Qualifizierung	Priorisierung und Standardisierung	Reaktionsfähigkeit und Flexibilität	Fehler- und Risikovermeidung	Problemlösung und Stabilisierung	Wissenstransfer und KVP	Transparenz und Visualisierung	
Zieltyp: Follower (Kostenführer) Schwerpunkt: Kostenziele												
1	Produktentwicklung und Konstruktion	hoch	mittel	-	mittel	hoch	-	hoch	mittel	mittel	mittel	hoch
2	Fertigungs- und Montagemitte	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	-	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel
3	Fertigungs- und Montageprozesse	-	mittel	hoch	mittel	mittel	gering	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel
4	Personal- und Arbeitsorganisation	mittel	hoch	hoch	hoch	hoch	mittel	hoch	mittel	mittel	mittel	hoch
5	Produktionsplanung und -steuerung	-	gering	hoch	gering	hoch	gering	-	gering	gering	mittel	gering
6	Einkaufs- und Dispositionenprozesse	hoch	mittel	hoch	-	hoch	hoch	-	mittel	mittel	mittel	hoch
7	Logistikprozesse und Logistikmittel	gering	gering	hoch	mittel	hoch	gering	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel
8	Gebäude, Layout und Arbeitsplätze	-	mittel	hoch	mittel	hoch	mittel	hoch	-	mittel	hoch	hoch
9	Qualitätsmanagement und Qualitätsmittel	mittel	gering	mittel	mittel	mittel	mittel	hoch	mittel	mittel	mittel	mittel
10	Informationsprozesse und -systeme	mittel	gering	-	-	mittel	mittel	mittel	-	mittel	mittel	gering
GF-Schwerpunkte		gering	gering	hoch	gering	hoch	gering	hoch	mittel	mittel	mittel	gering

Abbildung A.3: Schwerpunkte für *Follower (Kosten)* (Dombrowski et al. 2011b)

Gestaltungsfelder (GF)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	HF-Schwerpunkte
		Integration und Kooperation	Partizipation und Veränderung	Wertschöpfung und Just-in-time	Pilotierung und Qualifizierung	Priorisierung und Standardisierung	Reaktionsfähigkeit und Flexibilität	Fehler- und Risikovermeidung	Problemlösung und Stabilisierung	Wissenstransfer und KVP	Transparenz und Visualisierung	
Zieltyp: Follower (Qualitätsführer) Schwerpunkt: Qualitätsziele												
1	Produktentwicklung und Konstruktion	hoch	mittel	-	hoch	hoch	-	hoch	hoch	hoch	mittel	hoch
2	Fertigungs- und Montagemitte	mittel	mittel	mittel	hoch	mittel	-	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel
3	Fertigungs- und Montageprozesse	-	mittel	mittel	hoch	mittel	gering	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel
4	Personal- und Arbeitsorganisation	mittel	hoch	hoch	hoch	mittel	mittel	hoch	hoch	mittel	mittel	hoch
5	Produktionsplanung und -steuerung	-	gering	mittel	mittel	mittel	gering	-	mittel	gering	mittel	-
6	Einkaufs- und Dispositionenprozesse	mittel	mittel	gering	-	mittel	mittel	-	mittel	mittel	mittel	mittel
7	Logistikprozesse und Logistikmittel	gering	gering	mittel	mittel	mittel	gering	mittel	mittel	gering	mittel	gering
8	Gebäude, Layout und Arbeitsplätze	-	mittel	gering	mittel	mittel	gering	mittel	-	gering	mittel	gering
9	Qualitätsmanagement und Qualitätsmittel	mittel	mittel	mittel	hoch	mittel	mittel	hoch	hoch	mittel	hoch	hoch
10	Informationsprozesse und -systeme	mittel	mittel	-	-	gering	mittel	mittel	-	mittel	mittel	gering
GF-Schwerpunkte		mittel	mittel	gering	hoch	mittel	-	hoch	hoch	mittel	mittel	gering

Abbildung A.4: Schwerpunkte für *Follower (Qualität)* (Dombrowski et al. 2011b)

