



TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Fakultät für Maschinenwesen

Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik

**Vorgehen zur Planung eines schlanken Logistikprozesses
- Wertstromdesign für die Logistik -**

Janina Durchholz

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Maschinenwesen
der Technischen Universität München
zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Karsten Stahl

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr.-Ing. W. A. Günthner
2. Univ.-Prof. Dr.-Ing. K. Furmans
Karlsruher Institut für Technologie

Die Dissertation wurde am 22.01.2014 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Maschinenwesen am 12.05.2014 angenommen.

Herausgegeben von:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Willibald A. Günthner

fml – Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik

Technische Universität München

Zugleich: Dissertation, München, TU München, 2014

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben – auch bei nur auszugsweiser Verwendung – vorbehalten.

Layout und Satz: Janina Durchholz

Copyright © Janina Durchholz 2014

ISBN: 978-3-941702-46-2

Printed in Germany 2014

Vorwort

Während meiner Zeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am fml - Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik der Technischen Universität München habe ich mich u. a. im Rahmen des Forschungsprojektes LEAN:log intensiv mit dem Thema Lean in logistischen Prozessen befasst. Daraus ist diese Arbeit entstanden.

Grundlage bildeten Ergebnisse aus dem Projekt LEAN:log. Die intensiven Diskussionen und Gespräche, die wir während dieses Forschungsprojekts mit den Projektpartnern aus der Industrie führen konnten, haben mich vielfach an neue Aspekte und weiterführende Lösungswege herangeführt. Vielen Dank dafür an das ganze LEAN:log-Team.

Die Arbeit im Themenfeld Lean Logistics hat mir mein Doktorvater, Prof. Dr.-Ing. Willibald A. Günthner ermöglicht, auf dessen Unterstützung ich stets zählen konnte. Herzlichen Dank für die gute Zeit am Lehrstuhl.

Natürlich gilt mein Dank auch den weiteren Mitgliedern der Prüfungskommission Prof. Dr.-Ing. Karsten Stahl und Prof. Dr.-Ing. Kai Furmans.

Während meiner Dissertation hatte ich stets das große Glück Freunde und Kollegen zu haben, die mir sowohl inhaltlich und methodisch, als auch menschlich, freundschaftlich liebevoll weitergeholfen haben. Deshalb möchte ich mich bei Julia, Eva, Gabriel, Michi, Ralf, Verena und meinem Hans bedanken. Mit Eurer Hilfe ist diese Arbeit Anstrengung geblieben und nicht zur Last geworden. Vielen Dank für alles.

Kurzdarstellung

Vorgehen zur Planung eines schlanken Logistikprozesses – Wertstromdesign für die Logistik –

Janina Durchholz

Die Ansätze und Vorgehensweisen des Toyota-Produktionssystems und dessen Fortentwicklung und Interpretation zur Managementphilosophie Lean Thinking zeigen deutliche Potenziale, um Unternehmens-, Produktions- oder Logistikprozesse effektiv und effizient zu gestalten.

In dieser Arbeit wird deshalb ein Vorgehen zur Planung schlanker Logistikprozesse entwickelt, das die Erkenntnisse der konventionellen Logistikplanung und der Lean-Philosophie in Einklang bringt und einen Leitfaden zur Grobplanung von Logistiksystemen erarbeitet.

Resultat ist ein konsistentes Zielsystem für schlanke Logistikprozesse in Form von zehn Leitlinien, die in der Lage sind bei allen Entscheidungen im prägenden konzeptionellen Planungsprozess konkrete Orientierung zu bieten. Der Planungsprozess selbst konnte durch zehn Planungsschritte beschrieben werden, die grundsätzlich auf dem klassischen Vorgehen in der Logistikplanung aufbauen. Inhaltlich sind die Schritte im Planungsprozess so konkretisiert, dass der spezifische Bezug zu den Leitlinien und die daraus abgeleiteten Wirkzusammenhänge und Vorgaben zu den Entscheidungen innerhalb des Planungsschritts deutlich werden. Um die Einführung dieses neuen Planungsvorgehens zur Gestaltung schlanker Logistikprozesse im Unternehmen zu erleichtern, wurde ein Praxishandbuch erstellt sowie ein begleitendes Planspiel entwickelt.

Abstract

Approach for planning of a lean logistics process – Value Stream Design for logistics –

Janina Durchholz

The methods of the Toyota Production System and its evolution and interpretation leading to the management philosophy of Lean Thinking show a significant potential capacity to shape business, manufacturing and logistics processes in an effective and efficient way.

Therefore this work develops a procedure for planning of lean logistics processes that brings together the results of conventional logistics planning and lean philosophy. Furthermore it delivers a guideline for the rough planning of logistics systems.

Result is a consistent target system for lean logistics processes in the form of ten guidelines which enable to give a concrete orientation for all decisions in the conceptual planning process. The planning process itself can be described with ten planning steps which are based on the standard procedure of logistics planning. The steps of the planning process are substantiated in a way that the specific reference to the guidelines and the derived correlations and specifications to the decisions within the planning steps get clear. To simplify the implementation of this new planning method for the design of lean logistics processes within companies an exercise hand book and an accompanying business game were developed.

Inhaltsverzeichnis

1 Auf dem Weg zur Planung schlanker Logistikprozesse	1
1.1 Herausforderung Kundenorientierung	1
1.2 Kundenorientierte Logistik zielgerichtet planen	2
1.3 Struktur der Arbeit	5
2 Lean-Philosophie und Logistikplanung	7
2.1 Der Begriff Lean – Definition.....	7
2.2 Lernen von Toyota – Lean Thinking	9
2.2.1 Ein Produktionssystem für Japan und die Welt	9
2.2.2 Kundenorientierung, Wirtschaftlichkeit, Mitarbeiterbindung, langfristige Ziele	11
2.2.3 Lean Production und Lean Logistics	12
2.2.4 Lean Thinking als ganzheitlicher Managementansatz.....	14
2.3 Vorgehen bei der Logistikplanung	14
2.3.1 Planungsphasen	15
2.3.2 Planungsansätze.....	17
2.3.3 Diskussion.....	26
2.4 Zielgrößen der Logistikplanung	28
2.4.1 Ziele der Logistik	28
2.4.2 Diskussion.....	32
2.5 Wissenstransfer, Dokumentation von Planungswissen, Zugänglichkeit	35
3 Forschungsbedarf und Aufgabenstellung	37
3.1 Forschungsbedarf.....	37
3.2 Aufgabenstellung.....	40
4 Zielgrößen schlanker Logistikprozesse	43
4.1 Leitlinie 1: Auf den Wert konzentrieren.....	44
4.2 Leitlinie 2: Am Wertstrom orientieren.....	48
4.3 Leitlinie 3: Prozesse in Fluss bringen	52
4.4 Leitlinie 4: Ziehende Prozesse realisieren	57
4.5 Leitlinie 5: Perfektion anstreben	61
4.6 Leitlinie 6: Mitarbeiterpotenzial bewusst nutzen	64
4.7 Leitlinie 7: Standards setzen	66
4.8 Leitlinie 8: Langfristig denken	69
4.9 Leitlinie 9: Prozesse robust gestalten	70
4.10 Leitlinie 10: In ganzheitlichen Prozessen denken	72
4.11 Zusammenfassung: Zehn Leitlinien für schlanke Logistikprozesse	73

5 Planung eines schlanken Logistikprozesses.....	77
5.1 Struktur eines Vorgehens zur Planung schlanker Logistikprozesse.....	77
5.2 Entwicklung eines ganzheitlichen Planungsvorgehens.....	80
5.2.1 Kundenanforderungen aufnehmen	81
5.2.2 Lieferantenrandbedingungen aufnehmen	84
5.2.3 Auftragsfamilie festlegen, Wertstrommanager bestimmen	88
5.2.4 Notwendige Logistikfunktionen identifizieren	91
5.2.5 Prozessketten bilden	93
5.2.6 Steuerung der Prozessschritte festlegen	95
5.2.7 Am Kundentakt ausrichten, Bündeln prüfen	102
5.2.8 Layout grob planen	106
5.2.9 Umsetzungsvariante je Funktion auswählen	108
5.2.10 Prozess detaillieren: Die Aspekte Technik und Mensch	114
5.3 Zusammenfassung: Wertstromdesign für die Logistik	122
6 Einführung schlanker Logistikplanung im Unternehmen	125
6.1 Handbuch.....	126
6.2 Wiki	127
6.3 Planspiel LEAN:ProLog	128
6.4 Zusammenfassung: Vermittlung des Planungsvorgehens durch Handbuch, Wiki und Planspiel	130
7 Evaluierung des Planungsvorgehens.....	133
7.1 Untersuchungsaspekte und Operationalisierung	134
7.2 Hypothesen zur Evaluierung	137
7.3 Durchführung einer schriftlichen Befragung	139
7.4 Grundlagen für die Datenauswertung	139
7.5 Auswertung der Fragebogenergebnisse	141
7.6 Ergebnisse der Hypothesentests: Zusammenfassung	156
7.7 Bewertung der Dokumentationsvorgaben im Planungsvorgehen durch Prüfung in der Praxis	159
7.8 Zusammenfassung: Gute Bewertung für das Planungsvorgehen	166
8 Wertstromdesign für die Logistik: Effektivität vor Effizienz	169
Literatur	173
Abbildungsverzeichnis.....	183
Tabellenverzeichnis.....	187
Anhang A Planspiel	189
Rollenbeschreibung Planer mit Hintergrund Produktion	189
Rollenbeschreibung Planer mit Hintergrund Logistik	193

Anhang B Fragebogen..... 197

1 Auf dem Weg zur Planung schlanker Logistikprozesse

1.1 Herausforderung Kundenorientierung

Seit der Mitte des letzten Jahrhunderts haben sich die Märkte in der westlichen Welt vollkommen verwandelt. Henry Ford und seine Nachfolger hatten sich zum Ziel gesetzt, die Menschen mit vielen günstigen Produkten zu versorgen, die zur Verbesserung ihres Alltags führen sollten. Um möglichst vielen Menschen die Möglichkeit zu eröffnen an den neuen technischen Entwicklungen teilzuhaben, sollten die Produkte möglichst günstig sein. Kundenindividualität spielte dabei keine Rolle. Es galt viele gleiche Produkte herzustellen, um möglichst aufwandsarm zu produzieren. Auslastungsorientierung und Durchsatzsteigerung prägten die Produktions- und Logistikprozesse in diesem angebotsgetriebenen Umfeld.

Währenddessen beschäftigt die Unternehmer heute, wie sie den hohen und vielfältigen Ansprüchen der Kunden gerecht werden können. Ihr Ziel ist es, ein ansprechendes, interessantes und genau passendes Produkt, welches optimalerweise zusätzlich in ein Serviceangebot eingebettet ist, anzubieten und dafür möglichst viele Käufer zu finden. Der Kunde kann in unserer globalisierten Welt aus einem großen Angebot wählen und sieht sich dadurch in die Lage versetzt, seine Ansprüche hinsichtlich Neuheit, Individualität, Leistung, Funktionsumfang etc. zu erhöhen. Der Markt fordert die Hersteller heraus, um jedes Marktsegment und jeden Kunden zu werben und diesen mit überzeugenden Argumenten, die Produkt und/oder Service betreffen können, für sich zu gewinnen. Kundenorientierung und Flexibilität sind die Anforderungen an die Produktions- und Logistikprozesse der heutigen Zeit.

Der angebotsorientierte Herstellermarkt hat sich zu einem nachfrageorientierten Kundenmarkt entwickelt. Wer seine Kunden als Unternehmen nicht zufriedenstellt, wird diese an einen der vielen Wettbewerber auf den globalen Märkten verlieren. Aus diesem Grund hat sich der überwiegende Teil der Industrie, der in einem Nachfragemarkt agiert, in den letzten Jahrzehnten mehr oder weniger schnell, mehr oder weniger ernsthaft und mehr oder weniger erfolgreich der Herausforderung Kunde gestellt. Aus mengen- oder durchsatzorientierten Produktionsprozessen mussten und müssen kundenorientierte Prozesse werden. Diese müssen sich durch Anpassungsfähigkeit an schnelllebige Kundenwünsche auszeichnen, denn wir leben in einem agilen Umfeld, das stark an Stabilität verloren hat. Die Anforderungen und Wünsche der Kunden ändern sich permanent, was eine ständige Veränderungsbereitschaft innerhalb der Unternehmensabläufe notwendig macht.

Aus kontinuierlichen und andauernden Produktions- und Logistikprozessen müssen kundenorientierte, anpassungsfähige Abläufe werden. Oftmals birgt diese Entwicklung Unsicherheit und Risiko. Dennoch stellt diese Umgestaltung die einzige Möglichkeit dar, um als Unternehmen zu bestehen, da nur im Einklang mit dem Kunden wirtschaftlicher Erfolg heute und in Zukunft gelingen kann.

Krise ist ein produktiver Zustand.
Man muss ihm nur den Beigeschmack
einer Katastrophe nehmen.
Max Frisch

1.2 Kundenorientierte Logistik zielgerichtet planen

Die wirtschaftliche Situation der meisten Unternehmen ist heute geprägt von hohem Wettbewerbsdruck – Wettbewerb um die Gunst des Kunden. Diesem müssen die Firmen mit einer ständigen Weiterentwicklung und Verbesserung ihrer Produktions- und Logistikprozesse begegnen. Bereits in den 1980er Jahren hat sich herauskristallisiert, dass das aus Japan stammende Vorgehen nach dem Toyota-Produktionssystem oder der Lean-Philosophie, wie die Strategie in der aktuellen Literatur und Diskussion genannt wird, Potenzial hat als der nächste große Schritt nach den Errungenschaften Fords zu gelten. „Wertschöpfungsorientierung und der Einsatz schlanker, am Kunden ausgerichteter Produktionssysteme“ zählen zu den Erfolgsfaktoren, um als Unternehmen oder Supply-Chain-Netzwerk Flexibilität und Effizienz zu erreichen [Gün-2011].

Die Lean-Philosophie¹ umfasst ein wert- oder kundenorientiertes Unternehmensleitbild und eine Vielzahl an Handlungsempfehlungen, die sich vorrangig auf die Produktionsprozesse beziehen, jedoch aus der Kunden- oder Wertorientierung heraus alle Bereiche eines Unternehmens(-netzwerks) einschließen. Im Fokus stehen zeitliche Abläufe, also *Prozesse*, im Gegensatz zur statischen Betrachtung räumlicher Anordnungen oder Funktionen. (Vergleiche auch die Definition unter Abschnitt 2.1, Seite 7.)

In der Praxis wird heute vielfach nach dem heuristischen Ansatz der Lean Production geplant [Sch-2007b, S. 195]. Dabei ergibt sich die Gestaltung der Produktionsprozesse „als Konsequenz aus der Empfehlung, wie etwa Arbeitsräume, Materialbereitstellung, Verkettungsstruktur beschaffen seien sollten“ [Sch-2006, S. 169]. Auch wenn die Ideen Toyotas in anderen Unternehmen zuerst im Rahmen von Lean Production in der Produktion Einzug gehalten haben, sind diese Ideen durchaus über-

¹ Der Begriff *schlank* ist die deutsche Übersetzung des englischen Wortes *lean* und wird in dieser Arbeit synonym verwendet.

tragbar und äußerst relevant für die Planung, Gestaltung und Steuerung von Logistikprozessen. *Klaus und Müller* merken an, Ohnos Ideen hätten den Blick der Logistik auf Produktion und Versorgung sowie die Rolle von Ingenieurs-, Organisations- und Mitarbeiterthemen erweitert² [Kla-2012, S. 173].

Im Bereich der Logistik sind Lean-Ansätze bisher weniger verbreitet als in der Produktion. Die Rahmenbedingungen in der Logistik bieten einerseits viele Freiräume für Umgestaltungen, gleichzeitig fehlen gerade in Bereichen, die weitgehend entkoppelt von einer Produktion arbeiten, oftmals klare Strukturen, dokumentierte Arbeitsfolgen etc., was eine Strukturierung und Neuordnung nach Lean-Prinzipien erschwert [Fur-2012a, S. 81]. In der Praxis weitet sich der Bereich, in dem Lean-Methoden zum Einsatz kommen, dennoch auch auf die Logistikprozesse aus, während sich diese Erkenntnisse in der wissenschaftlichen Fabrikplanung bisher kaum wiederfinden (siehe auch [Sch-2006, S. 169]). Deshalb sprechen zwei Gründe für die intensive Beschäftigung mit der Entwicklung eines Vorgehens zur Planung von Logistikprozessen nach Lean-Gesichtspunkten bzw. schlanken Logistikprozessen:

- Die Ausrichtung an Wertschöpfungsorientierung und Lean-Philosophie birgt große Potenziale auch für die Gestaltung von Logistikprozessen.
- Die Ansätze der Lean-Strategie finden sich bisher kaum in der wissenschaftlichen Auseinandersetzung zur Logistikplanung. Eine konsequente und fundierte Untersuchung der Übertragbarkeit der Erkenntnisse des Lean-Ansatzes auf die Logistikprozesse steht im Wesentlichen noch aus.

Die Lean-Philosophie ist ein ganzheitlicher Managementansatz, weshalb bei der Einführung alle Akteure innerhalb des Unternehmens beteiligt und zur Mitwirkung bewegt werden müssen [Dur-2014a]. Nur dann kann die anspruchsvolle Aufgabe ein Lean-Unternehmen zu schaffen gelingen. Dazu sind vier Stufen zu durchschreiten ([Dur-2012], in Anlehnung an Lewin³ etc.): Zunächst muss Begeisterung und Verständnis für die Lean-Philosophie im oberen Management erreicht werden. Das emotional überzeugte Top-Management bildet die Basis eines Lean-Unternehmens. Danach gilt es den Ist-Stand der Prozesse im Unternehmen kritisch aufzunehmen und darauf aufbauend Veränderungen und neue Prozesse zu planen. Im Anschluss folgt die Umsetzung der Planprozesse und danach die Aufgabe, im Betrieb kontinuierlich an einer Weiterentwicklung zu arbeiten (siehe Abbildung 1-1).

² "With Ohno and his colleagues' and followers' work the focus in the field of Business Logistics widened from attention to a demand-side and marketing-related issues to those of production, supply, and the role of engineering, organizational and human resource issues." [Kla-2012, S. 173]

³ Vorgestellt z. B. in [Gol-1999].

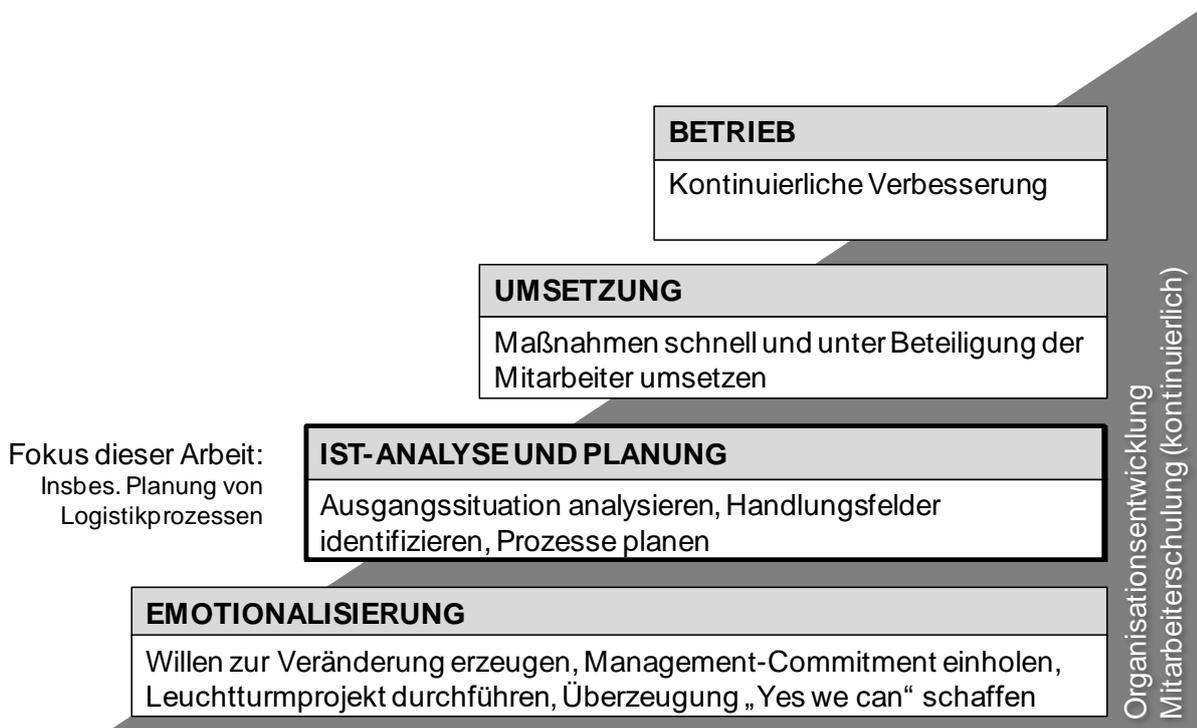


Abbildung 1-1: Stufen auf dem Weg zum schlanken Unternehmen (nach [Dur-2012])

Die drei Stufen nach der Emotionalisierung müssen einerseits bei der Einführung der Lean-Strategie erfolgreich überwunden werden und andererseits bei Veränderungen, die der Wandel von Umfeldbedingungen notwendig macht, wie z. B. geänderte Kundenanforderungen, die Einführung eines neuen Produkts oder ein Lieferantenwechsel, immer wieder durchlaufen werden. *Furmans et al.* stellen ein ähnliches Modell auf, welches die vier zeitlichen Phasen Warming, Storming, Norming und Performing für die hierarchischen Ebenen innerhalb eines Unternehmens einzeln benennt und das zur Reifegradbestimmung bei der Entwicklung eines schlanken (Logistik-)Betriebs dient [Fur-2012a, S. 83f].

Die vorliegende Arbeit konzentriert sich auf die Grobplanung von Logistikprozessen und damit auf ein Aufgabenpaket, das sich innerhalb der Stufe *Ist-Analyse und Planung* wiederfindet. Innerhalb des Vorgehens zur Logistikgrobplanung werden Materialfluss und Informationsfluss gestaltet und die konzeptionellen Entscheidungen getroffen. Alle Festlegungen, die innerhalb der Grobplanung notwendig sind, werden im Vorgehen berücksichtigt. Die quantitative Auslegung und Feinplanung des geplanten Logistiksystems ist nicht mehr Teil der Betrachtung.

Im Fokus stehen Bereitstell- und Versorgungsprozesse in der Automobilindustrie, die sich auszeichnet durch

- eine Serienfertigung in hohen Stückzahlen,

- ein komplexes Endprodukt aus vielen tausend Einzelteilen, die jeweils viele Prozessschritte durchlaufen,
- viele Varianten mit schwankendem Absatz je Variante und
- ein schnelllebiges Produkt bzw. eine kurze Produktlebensdauer und viele Änderungen auch auf Teileebene bei einem Produktwechsel.

Derart charakterisieren bereits *Sugimori et al.* die Automobilbranche und weisen darauf hin, dass das Toyota-Produktionssystem diesen Rahmenbedingungen entstammt [Sug-1977]. Eine Ausweitung des Anwendungsbereichs auf andere Branchen mit (teilweise) anderen Eigenschaften ist mit Anpassungen möglich und gewollt. So berichtet z. B. *Wildemann* 1987 von der erfolgreichen Übertragung auf die Einzelfertigung [Wil-1987]. *Womack und Roos* betonen, die Lean-Grundsätze „sind allgemeingültig und hängen weder von der Branche noch von der Geschäftslage eines Unternehmens ab“ [Wom-2004, S. 13].

In diesem Sinne gilt für diese Arbeit: Die Inhalte fokussieren die Bereitstell- und Versorgungsprozesse der Automobilindustrie, sind jedoch an den meisten Stellen so allgemeingültig, dass eine Übertragung auf andere Logistikprozesse möglich ist. Ggf. sind branchenspezifische Adaptionen notwendig und sinnvoll. Die in der Arbeit aufgebaute Struktur für ein Vorgehen in der Logistikplanung lässt derartige Ergänzungen jederzeit zu.

Ziel der Arbeit ist es die Frage zu beantworten:

Wie wird ein schlanker Logistikprozess geplant und welches Vorgehen, welche Werkzeuge sind geeignet?

Mit dem entwickelten Vorgehen soll es möglich sein, Logistikprozesse unter Berücksichtigung der Ansprüche der Lean-Philosophie strukturiert zu planen. Damit entsteht in Anlehnung an das klassische Wertstromdesign (vgl. [Rot-2004]) ein *Wertstromdesign für die Logistik*. Das in der vorliegenden Arbeit entwickelte Planungsvorgehen entspricht auch beim Detaillierungsgrad den Planungsergebnissen des Wertstromdesigns von *Rother*. Das Vorgehen konzentriert sich auf die Phase der Grobplanung und schließt mit der Dokumentation in Form eines „logistischen Wertstroms“ ab.

1.3 Struktur der Arbeit

Die Arbeit ist in acht Kapiteln aufgebaut, von denen sich die ersten beiden mit der Problemstellung und den Grundlagen befassen. Im Grundlagenteil, der sich den Themenblöcken Lean Thinking und Logistikplanung widmet, werden existierende Ansätze zur Planung schlanker Prozesse und logistischer Systeme vorgestellt und in

Bezug auf die Problemstellung diskutiert. Daraus leiten sich im dritten Kapitel der Forschungsbedarf und die Aufgabenstellung ab, die in Form von Forschungsfragen formuliert ist. Bereits bei der Darstellung der Forschungslücke können neben der zentralen Frage nach einem geeigneten Vorgehen zur Planung schlanker Logistikprozesse zwei ergänzende Themenbereiche herausgestellt werden: ein Zielsystem sowie Maßnahmen zur Einführung des Planungsvorgehens in der Praxis.

Zur Planung ist es notwendig auf definierten Zielgrößen aufzubauen. Diese werden im ersten Kapitel des Hauptteils, der in Summe ein Wertstromdesign für die Logistik entwickelt, erarbeitet und ausführlich dargestellt (Kapitel 4). Kapitel 5 bildet den Kern der Arbeit. Hier steht die Entwicklung einer Vorgehens zur Planung schlanker Logistikprozesse im Fokus. Im Anschluss wird die Frage geklärt, wie ein derartiges Vorgehen in Unternehmen eingeführt werden kann (Kapitel 6). Hier werden die notwendigen entstandenen Werkzeuge zur Umsetzung in der Praxis vorgestellt. Das siebte Kapitel widmet sich der Bewertung des Vorgehens zu Planung schlanker Logistikprozesse. Im letzten Kapitel werden die Inhalte der Arbeit nochmals zusammengefasst.

Hintergrund und Grundlagen	1. Auf dem Weg zur Planung schlanker Logistikprozesse
	2. Lean Thinking und Logistikplanung
Forschungsfragen	3. Forschungsbedarf und Aufgabenstellung
Wertstromdesign für die Logistik	4. Zielgrößen schlanker Logistikprozesse
	5. Planung eines schlanken Logistikprozesses
	6. Einführung schlanker Logistikplanung im Unternehmen
Bewertung	7. Evaluierung des Planungsvorgehens
Fazit	8. Zusammenfassung, Fazit

Abbildung 1-2: Struktur der Arbeit

2 Lean-Philosophie und Logistikplanung

Um zunächst eine Basis zu schaffen, auf der eine Antwort auf die Forschungsfrage nach einem Wertstromdesign für die Logistik fußen kann, befasst sich das nachfolgende Grundlagenkapitel mit der Definition des Begriffs Lean (Abschnitt 2.1) und einem Überblick über Lean Thinking⁴ als Oberbegriff über die bekannten Lean-Bestrebungen aus Produktion und Management (Abschnitt 2.2). Zusätzlich wird die konventionelle Logistikplanung hinsichtlich ihres Vorgehens (Abschnitt 2.3) und ihrer Zielsetzungen (Abschnitt 2.4) ausführlich beleuchtet.

Bei einer Konzentration auf die grundsätzlichen Ansätze, Zusammenhänge und Ziele der beiden Betrachtungsbereiche wird schnell deutlich, dass Lean Thinking und Logistikplanung keine gegensätzlichen Themen darstellen.

Durch eine klare Strukturierung und Konzentration auf die Grundgedanken und -annahmen der Logistikplanung können vielmehr die Erkenntnisse, die in der Lean-Philosophie zusammengetragen und konsolidiert sind, klar abgeleitet werden. Es gelingt eine vollständige Spiegelung der im Lean Thinking weiterentwickelten Erkenntnisse Toyotas in den klassischen, wissenschaftsgetriebenen Ansätzen und Vorgehensweisen der Logistik- und Fabrikplanung. Oder anders ausgedrückt: Eine klare Strukturierung der (wissenschaftlichen) Erkenntnisse der Logistik- und Fabrikplanung ermöglicht eine vollständige Ableitung der Lean-Ansätze (in der Interpretation und Auslegung Toyotas).

2.1 Der Begriff Lean – Definition

Der Begriff Lean steht heute für ein breites Feld an Konzepten, Methoden und Werkzeugen. Innerhalb dieser Arbeit wird der Begriff jedoch fokussierter verwendet, um ein klares Verständnis für den Anspruch und den Betrachtungsgegenstand der Arbeit zu ermöglichen. Die folgende Definition orientiert sich in erster Linie an der sehr durchdachten und klaren Darstellung der Grundzüge des Toyota-Produktionssystems von *Sugimori et al.* [Sug-1977] und ergänzt diese um den Aspekt der Wertorientierung, auf den *Womack und Roos* [Wom-2004] vertieft eingehen und den

⁴ Lean-Bestrebungen und -ansätze werden unter den Begriffen Lean Thinking, Lean Management, Lean-Philosophie oder Lean-Strategie diskutiert. Eine genaue Abgrenzung zwischen den Begriffen erfolgt im Allgemeinen nicht und wird auch hier nicht angestrebt, da sie für das Verständnis der Arbeit nicht notwendig ist. Die Begriffe können deshalb in dieser Arbeit als Synonyme betrachtet werden.

Liker ausdehnt und Bezug zu Gesellschaft und Wirtschaft nimmt [Lik-2007, S. 115f.]. Um die Bedeutung einer veränderungsbereiten, zum Mitdenken anregenden Unternehmenskultur zu betonen, wird das alltägliche Streben nach Verbesserung explizit in die Definition aufgenommen (vgl. dazu [Ima-1986]).

Die Lean-Strategie bezeichnet die absolute Ausrichtung eines Unternehmens, eines Unternehmensnetzwerks oder Wertschöpfungsabschnitts am vom Kunden gewünschten Wert (Produkt und/oder Dienstleistung). Dabei stützt sich die Strategie auf die zwei Säulen *Kostenreduktion durch das Beseitigen von Verschwendung* und *vollständiges Nutzen der Mitarbeiterfähigkeiten*. Als Verschwendung werden alle Tätigkeiten und Aufwände bezeichnet, die nicht zum Erzielen des Wertes notwendig sind. Das Beseitigen von Verschwendung wird über die zeit- und mengengenaue, fehlerfreie Erzeugung/Fertigung des vom Kunden definierten Wertes erreicht. Um die Mitarbeiterfähigkeiten vollständig zu nutzen, stehen Wertschätzung und Eigenverantwortung im Fokus. Basis einer Lean-Strategie ist es, nachhaltigen wirtschaftlichen Erfolg anzustreben, um als Unternehmen für die Mitarbeiter, die Kunden sowie die Gesellschaft bedeutsam zu sein. Im Wissen, dass ständige Veränderungen stets neue Potenziale eröffnen, arbeiten Lean-Unternehmen kontinuierlich an ihrer Weiterentwicklung. Vergleiche auch Abbildung 2-1.

Hinweis: Der Begriff *schlank* ist die deutsche Übersetzung des englischen Wortes *lean* und wird in dieser Arbeit synonym verwendet.



Abbildung 2-1: Definition Lean

2.2 Lernen von Toyota – Lean Thinking

Der japanische Automobilhersteller Toyota hat v. a. in den 1980er Jahren bewiesen, dass er in der Lage ist, sehr wirtschaftlich viele Automodelle in kleinen Stückzahlen zu bauen. Basis für den Erfolg Toyotas war ein vollkommen neuer Managementansatz, den Toyota – allen voran Taiichi Ohno – gestaltet hat. Er entwickelte dazu die Ideen Henry Fords weiter [Ohn-2009, S. 132–152] und ergänzte sie um neue Gedanken, um eine Fertigung zu realisieren, die den Anforderungen eines Käufermarktes und der resultierenden Nachfrage nach vielen Varianten gewachsen ist und den besonderen Rahmenbedingungen Japans in Bezug auf die knappen (Rohstoff-)Ressourcen des Landes Rechnung trägt [Sug-1977]. In Summe ist das Toyota-Produktionssystem entstanden [Ōno-1988], aus dem sich inzwischen eine Lean-Philosophie entwickelt hat, die das Toyota-Produktionssystem nicht mehr als bloße Sammlung von Werkzeugen und Methoden ansieht, sondern den ganzheitlichen Managementansatz hinter dem Erfolg Toyotas erkannt hat.

2.2.1 Ein Produktionssystem für Japan und die Welt

Bereits in den 1980er Jahren hatte die westliche (Automobil-)Industrie erkannt, dass bei Toyota andersartige Methoden und Ansätze verfolgt wurden und dass der japani-

sche Hersteller dadurch überraschend wirtschaftlich produzieren konnte. Dies hatte eine Studie des Massachusetts Institute of Technology (MIT) deutlich dokumentiert [Wom-1991]⁵. Aus diesem Grund folgten viele Unternehmen dem „neuen Denkschema, das von japanischen Unternehmen hervorgebracht worden war“ [Wom-1994, S. 9], das *Womack et al.* 1990 in ihrem Buch „The machine that changed the world“ erstmals „lean production“ – schlanke Produktion – nannten. Im Vorfeld wurde der Ansatz der Japaner unter dem Begriff „Just-in-Time“ (JIT) diskutiert, der 1983/1984 in Deutschland übernommen wurde [Zib-1990, S. 10].

Die Ideen Toyotas fanden in den 1990er Jahren zunächst in der Produktion Einzug. Im Gegensatz zum Unternehmen Toyota, dass die Firma als Einheit betrachtet und gedanklich z. B. keine Grenze zwischen Produktion und Logistik zieht, wurde im Westen die Fertigung als Kernstück der Industrie fokussiert. Die japanischen Methoden und Werkzeuge wurden eingeführt, um Lean Production zu erreichen. Doch die bloße Übernahme von Einzelelementen wie z. B. Kanban konnte langfristig keine großen Vorteile bringen, solange der Lean-Ansatz nicht als ein Ganzes verstanden war. *Zibell* beschreibt 1990, dass die JIT-Philosophie oftmals mit „dem Teilkonzept der Philosophie, dem KANBAN-System“ gleichgesetzt wird und die Idee von Just-In-Time vielfach sowohl in der Wissenschaft als auch in den Unternehmen nicht verstanden wird. Im Fokus stehe das Thema Bestandsreduktion [Zib-1990, S. 10].

Seit etwa Mitte der 1990er wird der ganzheitliche Managementansatz, der sich hinter dem Wort „lean“ verbirgt, wahrgenommen und nach und nach verstanden. Dies wird in der neueren Literatur (z. B. [Wom-2004], [Wom-2006], [Dre-2005], [Wil-2010]) genauso wie in der Praxis deutlich. Das Zusammenspiel der Einzelelemente des Toyota-Produktionssystems und die Grundlogik, der all diese Werkzeuge folgen, rücken langsam in den Vordergrund. Dieses Verständnis bildet die Basis für erfolgreiche „Lean-Unternehmen“, deren Manager und Mitarbeiter in der Lage sind, die Prinzipien Ohnos für das eigene Unternehmen zu interpretieren und umzusetzen. Schlanke Prozesse betreffen alle Bereiche und Strukturen eines Unternehmens und sind mit dem klassischen Führungsstil von Firmen nicht unbedingt vereinbar. Deshalb ist Umdenken erforderlich, um mit Hilfe von Lean-Ansätzen unter den gegebenen Wettbewerbsbedingungen erfolgreich zu agieren und die Kosten zu senken oder beizubehalten, während die Produktionsleistung gesteigert wird. Die großen Unternehmen bauen eigene (an Toyota angelehnte) Produktionssysteme auf und arbeiten daran, diese in den Firmenstrukturen und -prozessen und bei den Mitarbeitern zu etablieren, allen voran die Automobilhersteller (Wertschöpfungsorientiertes Produkti-

⁵ Die Studie wurde in den Jahren 1985 bis 1990 durchgeführt und die Ergebnisse im Jahr 1990 in den USA veröffentlicht.

onssystem, BMW; VW-Produktionssystem; Audi-Produktionssystem; Porsche-Produktionssystem; Kühne+Nagel-Produktionssystem; Bosch-Produktionssystem, AGCO-Produktionssystem; MAN-Produktionssystem u. v. m.). Mit Hilfe ihrer Produktionssysteme wollen diese Hersteller in den weitverzweigten Wertschöpfungsnetzwerken effektiv agieren und mit geringstem Aufwand, d. h. ohne Verschwendung, die vom Kunden gewünschten Produkte produzieren.

2.2.2 Kundenorientierung, Wirtschaftlichkeit, Mitarbeiterereinbindung, langfristige Ziele

Die Leistung für den Kunden, der Kundenwert, hat im Lean Management höchste Priorität. „Unsere Produkte werden von nüchtern kalkulierenden Kunden auf freien, vom Wettbewerb gekennzeichneten Märkten, wo die Herstellungskosten eines Produktes keine Rolle spielen, genau unter die Lupe genommen. Die einzige Frage ist, ob das Produkt für den Käufer einen Wert besitzt oder nicht. Wenn die Kosten des Herstellers zu einem hohen Preis führen, werden die Kunden sich einfach einem anderen Unternehmen zuwenden“ [Ohn-2009, S. 41]. *Taiichi Ohno* sagt deutlich: „Das wichtigste Ziel des Toyota-Systems war die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Produktion durch konsequente und gründliche Beseitigung jeglicher Verschwendung. Dieses Konzept mit der gleichzeitigen Betonung des Respekts vor dem Menschen [...] stellen [sic!] die Grundlage des Toyota-Produktionssystems dar“ [Ohn-2009, S. 26]. Diese zwei Leitgedanken bilden den Kern der Philosophie:

- die unbedingte Reduzierung des Ressourcenverbrauchs auf ein Minimum („minimum amount of equipment, materials, parts, and workers (working time) which are absolutely essential to production“ [Sug-1977]) und
- die größtmögliche Nutzung der Fähigkeiten der Mitarbeiter („Build up a system that will allow the workers to display their full capabilities by themselves.“ [Sug-1977]).

Außerdem hat die Lean-Philosophie – im Gegensatz zu vielen aktuellen Managementvorgaben – stets langfristige Effizienz und Kostenreduzierung zum Ziel. *Liker* benennt dies als „Long-Term Thinking“ und betont, dass dazu sogar das Verfehlen kurzfristiger finanzieller Ziele in Kauf genommen wird [Lik-2004, S. 6]. Der strategische Ansatz japanischen Managements ist „to take a long-term view of business“ ([Gol-1991] zitiert [Whe-1981], [Abe-1981], [Sak-1984]). Grundsätzlich sind Weitsicht und Ganzheitlichkeit charakteristisch für das Lean Management. Schon „Toyoda Sakichi und Toyoda Kiichiro⁶ bewiesen Denken in internationalem Zusammenhang und zeichneten sich dadurch aus, dass sie die Welt global betrachteten. Sie besaßen

6 Anmerkung der Autorin: Toyoda Sakichi und Toyoda Kiichiro sind die Gründer Toyotas.

den Weitblick, immer in den Kern der Sache vorzudringen. Beide arbeiteten ihr Leben lang hauptsächlich im Fertigungsbereich und betrachteten die Dinge realistisch, gelassen und objektiv“ [Ohn-2009, S. 125].

2.2.3 Lean Production und Lean Logistics

Kernaufgabe und auch Kernkompetenz produzierender Unternehmen ist die Herstellung von Produkten. Doch erst im Zusammenspiel mit einer zuverlässigen und leistungsfähigen Logistik kann Wertschöpfung entstehen und dem Kunden das richtige Produkt zum richtigen Zeitpunkt zur Verfügung gestellt bzw. verkauft werden. Lean Thinking versteht das Ziel jedes Unternehmens als die effiziente Abwicklung aller Abläufe, die zur Erfüllung des Kundenwunsches notwendig sind. Nicht einzelne Aufgaben einzelner Abteilungen sorgen für Unternehmensgewinne, sondern die Summe aller Bereiche gestaltet einen wertschöpfenden Prozess, in dem aus Rohmaterialien Endprodukte werden.

Eine kooperative Zusammenarbeit von Produktion und Logistik kann zu dem Erfolgsfaktor werden, der wirtschaftliches und flexibles Produzieren für die Märkte möglich macht. Das Verständnis dafür sowie der Wille und die Fähigkeit, fließende Produktions- und Logistikprozesse umzusetzen, steigen bei vielen deutschen Unternehmen. Die „enge Verzahnung von Produktion und SCM/Logistik“ zeichnet Deutschland aus, so eine Studie von Germany Trade & Invest, IFU (TU Braunschweig), Miebach Consulting GmbH und VDI, und ist ein entscheidender Vorteil, der durch eine Intensivierung der Zusammenarbeit der beiden Bereiche ausgebaut werden muss, um weiterhin erfolgreich und wettbewerbsfähig zu sein [Sch-2010, S. 8]. Dazu müssen – ganz im Sinne des Lean Managements – Abteilungsgrenzen überwunden und Schnittstellen abgeschafft werden. Der Netzwerkgedanke löst das Optimieren innerhalb von Bereichs- und Abteilungsgrenzen ab. Hierzu dienen z. B. bereichsübergreifende Zielvereinbarungen, gemischte Projektteams und enge Kooperationen mit Partnern im Netzwerk ([Sch-2010, S. 32f.], [VDI-2012, S. 17]), die mancherorts eingesetzt werden, um alte Verhaltensmuster aufzubrechen. Im Fokus dieser Bestrebungen liegt der Wertstrom, der sich an den Prozessschritten orientiert, die für die Herstellung eines Kundenprodukts, d. h. des Werts, notwendig sind. Ziel ist ein Gesamtoptimum im Netzwerk, um dauerhaft Kosten zu senken. Die ganzheitliche Verbesserung von Prozessen und Systemen schließt die Zusammenarbeit im Netzwerk (mit Zulieferern, Kunden, Dienstleistern) und unternehmensintern (mit Vertrieb, F&E, Einkauf etc.) ein [Sch-2010, S. 38].

Sobald es Ziel ist schlanke Prozesse zu planen, ist ein grundlegendes Verstehen der entscheidenden Prinzipien und Denkweisen des Toyota-Produktionssystems und des daraus entstandenen Lean Thinking notwendig, um den Planer zu befähigen, die

Auswirkungen seiner Entscheidungen innerhalb seines Planungsbereichs und auf die angrenzenden Bereiche zu erkennen, abzuschätzen und ein Gesamtoptimum anzustreben. Fehlt ihm dieser Hintergrund, so kommen nur einzelne Methoden zum Einsatz, die den Anschein erwecken, „lean“ zu sein, jedoch keine langfristige Wirkung entfalten und maximal zu einem Bereichsoptimum führen [Bop-2013b]. *Gierszewski* schreibt in seinem Beitrag *20 Jahre Lean: Persönliche Erfahrungen eines Managers*: „Meine Erfahrung zeigt, dass es wichtig ist, ein allgemeines Verständnis für Lean aufzubauen. Hier geht es darum, das Warum zu verstehen, also ‚Sehen zu lernen‘“ [Gie-2013] und *Wlcek und Furmans* betonen: „Entscheidend für die Durchsetzung von Lean Management in Lägern ist, dass die Führungskräfte in der Logistik verstehen, dass diese Führungsmethode für ihren nachhaltigen Erfolg“ von großer Bedeutung ist und es nicht genügt, lediglich auf Druck von außen, z. B. durch Kunden, einzelne Lean-Elemente einzuführen [Wlc-2012, S. 168].

Ist dieses Grundverständnis „Lean“ nicht vorhanden, so waren und sind die negativen Effekte u. a. zu beobachten, wenn sich die Produktion auf Kosten der Logistik verbessert und vermeintlich schlanke Prozesse umsetzt, die jedoch nur einem kleinen Teilbereich des Wertstroms betrachten. Damit der Werker in der Produktion oder Montage beispielsweise möglichst ausschließlich wertschöpfende Tätigkeiten durchführt, wurde in vielen Unternehmen die Bereitstellung der benötigten Teile optimiert. Dies hatte und hat einen stark erhöhten Aufwand in den vorgelagerten Logistikprozessen zur Folge:

- Es sind kleinere Einheiten an der Montage bereitzustellen, was eine erhöhte Transportfrequenz bedingt.
- Es sind sequenzierte Umfänge notwendig.
- Teile müssen aus- oder umgepackt werden.
- U. v. m.

Es ist notwendig auch die Logistikprozesse, die Teil des Wertstroms sind, zu verschlanken und mit Hilfe der Werkzeuge und Prinzipien aus dem Lean Management die Effektivität und Effizienz zu erhöhen [Alt-2009]. Auch *Zibell* weist darauf hin, dass die Eingrenzung „auf unnötig kleine Ausschnitte des Unternehmensgeschehens“ die Erschließung aller im Bereich der Just-in-Time-Philosophie liegenden Potenziale verhindert [Zib-1990, S. 11].

Neben Toyota haben inzwischen auch viele andere Firmen belegt, dass der ganzheitliche Einsatz der Lean-Philosophie große Kostensenkungen möglich macht (vgl. u. a. [Oli-2008], [Alt-2009], [Sch-2010, S. 36]). Dabei beschränken sich die Bemühungen aber nicht auf kleine Abschnitte. Im Gegenteil – Verschwendung wird umfassend und durchdacht mit Blick auf den Wertstrom eliminiert und im ganzen

Unternehmen, möglichst im ganzen Netzwerk werden fließende, aufwandsarme Prozesse generiert. Anreize für derartige Veränderungen bilden u. a. geeignete transparente Kennzahlen, die positive Effekte sichtbar machen. Diese spiegeln Philosophie und Geschäftsmodell wider und machen sie interpretierbar [Tau-2012] (vgl. auch [Jus-2007], [Mas-2006, S. 40f.] und [Pat-2010, S. 3]).

2.2.4 Lean Thinking als ganzheitlicher Managementansatz

Der ganzheitliche Managementansatz Lean Thinking umfasst natürlicherweise alle Bereiche eines Unternehmens, so auch die logistischen Aufgaben und Prozesse. Die Leitgedanken der Lean-Strategie (siehe Abbildung 2-1: Definition Lean, S. 9) bilden in einem Unternehmen, das dieser Philosophie folgt, die übergeordneten Ziele, an welchen sich alle Bereiche und Mitarbeiter orientieren (sollen). Jeder Planer wird genau wie jeder andere Mitarbeiter diese Ziele interpretieren und versuchen, sie für die Planungsaufgaben greifbar zu machen. Seine Interpretation schlanker Prozesse wird die Ergebnisse der Planung stärker prägen als jede strukturelle Maßnahme. Abteilungsübergreifende Projektteams oder wertstromorientierte Kennzahlen unterstützen die Gestaltung schlanker Prozesse. Doch gerade die Mitarbeiter in der Planung, u. a. in der Logistikplanung, haben großen Einfluss auf die Prozessgestaltung. Um schlanke Logistikprozesse zu realisieren, müssen die Logistikplaner deshalb

- überzeugt sein, das Richtige zu tun,
- in der Lage sein, ihre Überzeugung in schlanke (Logistik-)Prozesse zu übersetzen und
- die geplanten Prozesse realisieren dürfen. (Siehe auch „Wollen, Können, Dürfen“ in [Bop-2013a].)

Dazu sind Zielgrößen für die Logistik notwendig, die im Einklang mit der Lean-Philosophie des Unternehmens stehen. Derartige Ziele sind bisher weder in der Praxis etabliert noch in der Literatur zu finden. Es bedarf eines strukturierten Vorgehens für die Logistikplanung, das die Logistikziele berücksichtigt bzw. verfolgt. Ein solches Vorgehen ist bislang nicht beschrieben. Unterstützung durch das Management und Verständnis bei den operativen Mitarbeitern ist für die Umsetzung unerlässlich.

2.3 Vorgehen bei der Logistikplanung

Die Logistikplanung, als Teil der Fabrikplanung oder als eigenständige Disziplin, hat die Aufgabe Logistikprozesse und -systeme zu gestalten. Die Logistik umfasst dabei die „Planung, Steuerung, Realisierung und Kontrolle des Güter- und Informationsflusses im und zwischen den Unternehmen“ [Gün-2012a]. Die Planung nimmt geistig vorweg, was im Anschluss real umgesetzt werden soll. In der Phase der Planung werden laut *Jünemann et al.* alle wesentlichen Entscheidungen über Arbeitsabläufe,

Arbeitsmittel, industrielle Anlagen und Gebäude getroffen. „Die Entwicklung eines Layouts und Systems geht einher mit der Auswahl des Produktions-, Materialfluß- und Informationsflußmittel einschließlich der Infrastruktur für Gebäude, Flächen und Personal“ [Jün-1989, S. 22–23].

2.3.1 Planungsphasen

Die Planung geht der Ausführung voraus und kann dabei nach *Bergholz* in die Phasen Vorbereitung, Grobplanung, Detailplanung und Ausführungsplanung unterteilt werden [Ber-2006, S. 71]. *Bergholz* hat für diese Einteilung die Vorgehen von *Wien-dahl et al.*, *Aggteleky*, *Kettner et al.*, *REFA*, *Felix* und *Rockstroh* zu Grunde gelegt. Die Planungsphasen bei *Jünemann et al.*, *ten Hompel*, *Grundig* oder *Günthner* lassen sich ebenfalls in diese Strukturierung einordnen⁷.

Vorbereitung

In der vorbereitenden Phase gilt es das Planungsziel möglichst genau zu beschreiben und die notwendigen Daten und Eingangsinformationen für die Planung zu erheben und aufzubereiten. Je nach Planungsauslöser können sich die Ziele, die mit der Planung und den später realisierten neuen Prozessen und Systemen erreicht werden sollen, unterscheiden. Typische Auslöser für Neu- oder Änderungsplanungen sind

- Veränderungen am Produkt oder in der Produktion,
- strukturelle Maßnahmen, d. h. Änderungen an der Werksstruktur oder vorhandenen Anlagen, oder
- Umgestaltungen im Wertschöpfungs- oder Zulieferernetz [Sch-2007a].

Im Einzelfall resultiert aus einer dieser Veränderungen der Bedarf nach einer Planung, die – aufbauend auf einem vorhandenen Logistiksystem (brown field) oder von Grund auf (green field) – ein neues logistisches System entwirft, das die neuen bzw. geänderten Anforderungen erfüllt.

Dabei geht es in der Logistik stets darum, die 6 R zu erfüllen [Jün-1989, S. 18]. Es gilt

- die richtige Menge
- der richtigen Objekte (Güter, Informationen etc.)
- am richtigen Ort
- zum richtigen Zeitpunkt
- in der richtigen Qualität
- zu den richtigen Kosten zur Verfügung zu stellen.

⁷ Im Literaturverzeichnis finden sich die Quellen unter [Wie-2009], [Agg-1987], [Ket-1984], [REF-1985], [Fel-1998], [Roc-1980], [Jün-1989], [Hom-2007], [Gru-2009] und [Gün-2013a].

Im industriellen Umfeld bilden Material- und Informationsfluss dabei stets eine Einheit. „Zu jedem Materialfluss gehören Informationen, die diesen begleiten, diesem nachfolgen oder sogar vorauslaufen und zum Steuern oder Regeln sowie auch für administrative Aufgaben [...] benutzt werden“ [Jün-1989, S. 13]. Dabei bewegen sich Informationen oftmals teils mit dem Materialfluss und teils gegenläufig [Gün-2012a].

Im Rahmen der Vorarbeiten zu einem Planungsprojekt wird die Aufgabenstellung aus den Zielsetzungen und den konkreten Planungsauslösern abgeleitet. Auf Basis einer Untersuchung der Ist-Situation, die je nach Analyseumfang sowie Qualität und Quantität vorhandener Daten mehr oder weniger aufwendig sein kann, werden im Rahmen der Vorarbeiten die Plandaten ermittelt, die für die weiteren Schritte zugrunde gelegt werden. Auch hier gilt bereits der Grundsatz „so viel wie nötig, so wenig wie möglich“, d. h. das Herantasten an die „optimale Planungstiefe“ [Agg-1987, S. 57], was zur Folge haben kann, dass im Rahmen der Grobplanung weitere Datenanalysen und damit eine Iteration der vorangegangenen Phase notwendig werden.

Grobplanung

Ausgestattet mit der Aufgabenstellung inklusive einer Beschreibung der möglichst konkreten Zielstellung und einer soliden Basis aus Ist- und Plandaten kann das Planungsteam die Grobplanung beginnen. Hier sollen prinzipielle Lösungen erarbeitet werden, die in der Lage sind die Aufgabenstellung zu erfüllen. *Aggteleky* spricht vom „Kernstück einer Fabrikplanung [...] zur Ermittlung der technisch-wirtschaftlich optimalen Konzeption“ [Agg-1987, S. 31]. In der Grobplanung steht die Entwicklung grundlegender Prozesse und Strukturen im Fokus, die anschließend verfeinert werden.

Häufig wird der Begriff „Strukturplanung“ oder auch „Layoutplanung“ verwendet, um innerhalb der Grobplanung die Festlegung von Abläufen sowie die Anordnung von Funktionsbereichen zu bezeichnen. Der Begriff „Struktur“ kann dabei leicht von der Bedeutung des Entwerfens der Abläufe, der „Prozessvarianten, die als Kette von Arbeitsoperationen aufgebaut werden und Schritt für Schritt die Herbeiführung der in der Aufgabenstellung definierten Endzustands bewirken sollen“ [Jün-1989, S. 557], ablenken. *Jünemann et al.* weisen darauf explizit hin: „Geplant werden [...] die Prozesse (Arbeitsvorgangsfolgen, Folgen von Materialflussoperationen, Transportketten). Die Strukturen (Materialfluß-, Werkstatt-, Lagerstruktur) sind die Ergebnisse der Planung“ [Jün-1989, S. 557].

Allgayer und *Günthner* schließen daran die Systemplanung an, *Aggteleky* spricht von der „Auswahl von Prozessvarianten“, um die anschließende Gestaltung technischer Umsetzungsvarianten zu benennen ([All-1999, S. 33], [Gün-2013a], [Agg-1987, S. 31–32]). Die *VDI-Richtlinie 2498* und *Kettner et al.* gliedern die Planung an dieser

Stelle in Grob-, Ideal- und Realplanung auf ([VDI 2498 Blatt 1], [Ket-1984]) und machen dadurch deutlich, dass der Schritt der Idealplanung ohne die Berücksichtigung realer Restriktionen ein wichtiges Mittel ist, um ein gutes Planungsergebnis zu erreichen. Dieses Vorgehen vom Idealkonzept zu einem Realkonzept als Werkzeug oder Planungsansatz empfehlen fast alle Autoren im Bereich der Logistik- und Fabrikplanung. Die verschiedenen gängigen Planungsansätze werden später erläutert.

Innerhalb der Grobplanungsphase werden also die wesentlichen Elemente des Logistiksystems und -prozesses festgelegt. Am Ende der Grobplanung sind die Materialflüsse geplant und die Bereiche, die die Güter durchlaufen, angeordnet. Die Grobplanung ist „die wichtigste und kreativste Phase der Materialflußplanung“ [All-1999, S. 32] und dient der „Erarbeitung der optimalen Gesamtkonzeption“ [Jün-1989, S. 555]. Dazu muss jedoch sichergestellt sein, dass ausreichend Energie, Wissen und Kreativität in die Gestaltung der logistischen Prozesse fließt. Der entworfene Logistikprozess spiegelt sich zum Teil im Layout wider, ist durch die räumliche Anordnung der Funktionsbereiche mit ihren Transportbeziehungen jedoch nicht vollständig beschrieben.

Detailplanung

Im Anschluss an die Grobplanung müssen die Teilbereiche im Detail geplant werden. Es gilt die technischen Systeme konkret auszuwählen, die Größe der Lager zu bestimmen, die Transporte zu planen, die Wege festzulegen und dabei immer konkretere Informationen aus dem realen Umfeld, die sich als Restriktionen für die Planung erweisen können, zu berücksichtigen. Im Rahmen der Detailplanung tauchen oftmals Hindernisse auf, die in der Grobplanung aufgrund der geringeren Planungstiefe noch keine Beachtung finden konnten und die deshalb Iterationen im Planungsvorgehen und Anpassungen in den Ergebnissen der Grobplanungsphase notwendig machen.

Ausführungsplanung

Die Feinplanung kann fließend in die Ausführungsplanung übergehen, v. a. wenn das Planungsteam gleich bleibt (vgl. z. B. [Jün-1989, S. 555]). Für die Umsetzung müssen dann konkrete Aufgaben festgelegt und verteilt werden. Die Kostenabschätzung wird vor der Ausführung u. a. durch das Einholen von Angeboten nochmals konkretisiert und es werden konkrete Zwischenziele und Zeitpunkte vereinbart. Eine gute Projektorganisation mit Ressourcen- und Zeitplan sowie definierten Meilensteinen macht daraufhin eine erfolgreiche Umsetzung möglich.

2.3.2 Planungsansätze

Die wissenschaftlichen Ansätze zur Logistik- und Fabrikplanung beschreiben zusätzlich zu den Planungsphasen Planungsansätze, mit Hilfe derer ein logistisches Sys-

tem entwickelt werden kann. Die in diesem Abschnitt gewählte Reihenfolge der Planungsansätze orientiert sich am Gedanken, zunächst das Grundverständnis der Logistik als Querschnittsaufgabe (Ganzheitlichkeit) zu betonen. Danach werden die Ansätze zum Vorgehen innerhalb der Planung vorgestellt (Ideal-/Realplanung, analytisches Vorgehen in Stufen, Modularisierung, Line-back-Planung). Der Abschnitt über die wissenschaftlichen Planungsansätze schließt mit Empfehlungen zur Lösungsfindung durch Variantenbildung und die Nutzung von Kreativität.

Ganzheitlichkeit, Querschnittsdenken, Prozessorientierung, Flussdenken

Die Logistik wird oftmals als Querschnittsaufgabe charakterisiert (u. a. [Gün-2012a], [Hom-2007, S. 323], [Arn-2008], [Arn-2006]), da sie einen Großteil der Unternehmensbereiche miteinander verbindet. Sie umfasst Beschaffungs-, Produktions-, Entsorgungs- und Distributionslogistik, interne und externe Logistik und ist durch unzählige Schnittstellen und Wechselwirkungen eng mit den angrenzenden Bereichen verwoben. „Elemente eines Logistiksystems können nicht isoliert ohne Auswirkungen auf andere Elemente verändert werden, und nur durch ihren Verbund können Synergieeffekte erreicht werden“ [Ehr-2006, S. 18]. Logistik ist der Dienstleister der Fabrik, ohne den alle Zahnräder stillstehen, weil der notwendige Fluss von Material durch Bereiche und Arbeitsstationen zum Stillstand kommt.

Dieser Aufgabe muss die Logistik im Betrieb gerecht werden und dazu muss diese Sonderstellung der Logistik bereits in der Planung im Vordergrund stehen. Denken in Flüssen unterstützt diese Forderung. Logistik als Material- und Informationsfluss stellt die Bewegung der Güter vom Lieferanten zum Kunden in den Mittelpunkt der Betrachtung. Ziel ist ein kontinuierlicher Fluss entlang der gesamten logistischen Kette, um die Logistikaufgaben mit möglichst geringem Ressourceneinsatz zur Zufriedenheit aller angrenzender Bereiche zu erfüllen. Bei konkurrierenden Zielen der Einzelbereiche ist es Aufgabe der Logistik die übergeordneten Ziele der Fabrik, des Unternehmens- oder des Wertschöpfungsnetzwerks zu erkennen, offenzulegen und zu verfolgen ([Ehr-2006, S. 18], [Agg-1987, S. 54]).

Eng verknüpft mit dem Begriff „Fluss“ ist der Prozess oder das Prozessdenken. Klassisch steht oftmals das technische System im Vordergrund: die technische Machbarkeit, die Anordnung, das Layout, das optimale Förderkonzept, die beste Auswahl an Materialfluss- und Lagertechnik. Den Abläufen, für die diese Einrichtungen benötigt werden, wird oft nicht allzu viel Beachtung geschenkt.

Jünemann et al. beschreiben den Planungsschritt Struktur- und Layoutplanung deshalb bewusst als „Entwurf von Prozessvarianten“ [Jün-1989, S. 556]. Aufgrund des erwarteten (klassischen) Ergebnisses in diesem Arbeitsschritt, einem Layout, gerät die Prozessplanung jedoch schnell in den Hintergrund. Dies betrifft

- die methodische Herangehensweise (Ideal- und Realplanung werden für den Prozess meist nicht durchgeführt.),
- die Zeit bzw. die eingesetzten Ressourcen, die für diesen Schritt in Anspruch genommen werden, als auch
- die Dokumentation dieser Planungsergebnisse. (Eine Dokumentation der „Logik“ des gesamten Logistikprozesses bzw. des Ablaufs findet meist nicht statt.)

Auf eine Variantenbildung und damit die Auseinandersetzung mit unterschiedlichen Lösungsmöglichkeiten im Bereich der Prozessgestaltung verweisen die Ansätze in der Literatur zum Großteil nicht. Dies erfolgt in den meisten Fällen erst im Bezug auf das Layout. Für Planungsfälle oder Aufgabenstellungen, in denen sich der Prozess so einfach gestaltet, dass keine Variation möglich bzw. sinnvoll ist, ist ein derartiges Vorgehen richtig und zulässig. Im Allgemeinen gilt es jedoch, dem Prozess ausreichend Beachtung zu schenken, da nur ein guter Prozess zu einem gut gestalteten und optimalen logistischen System führen kann. Der Prozess oder die Vorgangsfolge beeinflusst entscheidend das Layout, die benötigten Ressourcen etc. Eine suboptimale Lösung im Bereich Prozess hat große Auswirkungen auf das gesamte logistische System. Die Gestaltung eines optimalen Prozesses in der ersten Planungsphase ist deshalb von besonderer Wichtigkeit für das Gesamtergebnis. *Wiendahl et al.* fordern, „Fertigungsprozesse, Produktionsstrukturen und -layouts sowie logistische Konzepte [...] aus Prozesssicht so zu konzipieren, dass sie dem permanenten Wandel und der Turbulenz des Umfeldes aufgrund ihrer eigenen Wandlungsfähigkeit standhalten können“ [Wie-2001, S. 187]. Die „herzustellenden Produkte (Produktionsaufgabe) bestimmen die erforderlichen Prozesse (Fabrikstrukturen)“ [Gru-2009, S. 15]. Der Prozess, der Fluss von Gütern und Informationen, soll also Grundlage des Logistiksystems (inkl. des zugrunde liegenden Layouts) sein. Es gilt alle Aspekte gleichwertig zu beachten: den Prozess, die Organisation, die Technik und die notwendige Flexibilität im Zusammenspiel der Elemente. „Fabrikplanerische Gestaltung bedeutet, dieses System räumlich (Layout), funktional (Organisation) und zeitlich (Entwicklung) zu strukturieren“ [Sch-2006, S. 169]. Trotz dieser Aussagen konzentriert sich die Suche nach Lösungen für logistische Prozesse in den jeweiligen Fachbüchern wie in der Praxis sehr schnell auf die konkrete technische Umsetzung. Unterschiedliche Möglichkeiten Prozesse zu steuern, Versorgungsprinzipien, Leitgedanken wie Fluss oder ziehende Prozesse usw. treten in den Hintergrund bzw. in den vorgestellten Planungsvorgehen selbst nicht in Erscheinung.

Obwohl sich die Logistik- und Fabrikplanung oftmals auf die „optimale[n] Gestaltung der Anlagen und Bauten“ [Agg-1987, S. 29] konzentriert, ist die (Ablauf-)Organisation auch hier ein bearbeitetes Themenfeld. (Zur Entwicklung der Überlegungen zur Aufbau- und Ablauforganisation vgl. [Gai-2007, S. 5–45].)

Jünemann et al. beschreiben die Herausforderung und das Problem der Organisation logistischer Abläufe folgendermaßen: „Ein Industrieunternehmen bedarf der Steuerung und Regelung hinsichtlich des Durchlaufs der logistischen Objekte durch das Unternehmen. Heute führt häufig die oft fehlende Transparenz und Überwachung des Materialflusses durch das Unternehmen zu einem Teufelskreis. Der nicht beherrschbare Prozeß führt zu langen Durchlaufzeiten, hohen Beständen und schlechter Termintreue. Eilaufträge und sogenannte Schnellschüsse sind die Folge“ [Jün-1989, S. 24–25] . (Vergleiche z. B. auch [Sta-2012, S. 203].)

Dieses Vorgehen im Betrieb des Logistiksystems resultiert aus der in der Planung vorgesehenen Steuerung nach dem Push-Prinzip, d. h. der Auftragsfreigabe auf Basis von Plandaten. Eine unsichere Auftragsdurchlaufzeit im logistischen System führt zu weiteren Problemen, was deutlich macht, dass die (Durchlauf-)Zeit bei der Planung von Prozessen besondere Beachtung finden muss.

Zeit ist in der heutigen schnelllebigen, marktgetriebenen Wirtschaft der entscheidende Faktor erfolgreicher Unternehmen. Dies gilt einerseits im Bereich der Produktentwicklung, andererseits genauso für alle physischen Prozesse innerhalb des Unternehmens oder Wertschöpfungsnetzwerks inkl. der zugehörigen Informationsflüsse. Trotzdem halten viele Unternehmen sowohl in der Planung als auch im Betrieb weiterhin an den klassischen Messgrößen wie Durchsatz oder Kostengrößen fest und widmen den zeitlichen Aspekten kaum Interesse. „While time is a basic business performance variable, management seldom monitors its consumption explicitly – almost never with the same precision accorded sales and costs. Yet time is a more critical competitive yardstick than traditional financial measurements“ [Sta-2012, S. 202]. Die Ablauforganisation hat die „raum-zeitliche Strukturierung der zur Aufgabenerfüllung erforderlichen Arbeitsprozesse“ [Spu-1994, S. 209] zur Aufgabe, gestaltet und ordnet somit den Prozess und verbindet ihn mit Layout, Technik und Struktur. Die notwendigen Arbeitsinhalte werden zeitlich (Reihenfolge, Dauer, Zeitpunkt), räumlich (Ort, Wege) und organisatorisch (Zuordnung zu Personen, Bearbeitung der Aufträge einzeln oder in Gruppen, Bildung und Weitergabe von Losen) eingeordnet ([Spu-1994, S. 209], [Küp-2004, S. 36–37]).

Rückt die Ablauforganisation stärker in den Fokus der Planung, verschiebt sich die Aufmerksamkeit des Planers gleichzeitig hin zum Menschen, zur Arbeitskraft, denn Gegenstand der Ablauforganisation ist die Arbeit. „Damit wird eine begriffliche Unterscheidung zur Aufbauorganisation vorgenommen, in der die Aufgaben den Ausgangspunkt der Betrachtung bilden. [...] Die Arbeit wird von Menschen und Arbeitsmitteln wie z. B. Maschinen vollzogen“ [Küp-2004, S. 29]. Ziel der Ablauforganisation ist es Arbeitsmittel und Arbeitskräfte durch eine geeignete Reihenfolge und

Arbeitsverteilung gleichmäßig mit Aufträgen zu versorgen [Küp-2004, S. 38]. Es soll Fluss im (logistischen) System erreicht werden. Dazu dient „eine möglichst geringe Zahl von ‚Arbeitsstufen‘ und die Vermeidung von Förder- und Wartezeiten“, wodurch eine schnelle und terminsichere Abwicklung möglich wird ([Gai-2007, S. 13] zitiert [Hen-1971]).

Teilweise verweisen die Vorgehen zur Logistikplanung auf die Ablauforganisation (z. B. [Ehr-2006, S. 22–23] , [Gün-2013a]). Die Konzentration liegt jedoch schnell wieder auf der Ausführung der technischen Strukturen und der Prozess gerät ins Abseits. Dies gilt sowohl für die Hilfestellungen zur konkreten Planung von Logistiksystemen als auch für die vorgeschlagenen Werkzeuge zur Dokumentation und Darstellung der Organisation und Steuerung von Prozessen. Ähnliches bemerkt *Gaitanides*, der auf die „quantitative und auch qualitative Diskrepanz bei der Behandlung aufbau- und ablauforganisatorischer Fragen“ hinweist. Er betont: „Dem Aufbau wird die weitaus größere Bedeutung beigemessen“ [Gai-2007, S. 20–21].

Die Thematisierung eines Prozesskonzepts oder einer Prozessorganisation, bei welcher die Ablauforganisation in den Mittelpunkt rückt, hat inzwischen stattgefunden (vgl. z. B. [Wil-2009], [Gai-2007]), dennoch sind derartige Ansätze zur zeitlich-organisatorischen Gestaltung bei der wissenschaftlichen Betrachtung zur Planung logistischer Systeme bisher kaum oder nur ansatzweise eingeflossen.

Ideal- und Realplanung

„Eine Gefahr der logistischen Planung liegt in der zu frühen Wahl einer bestimmten technischen Lösung, wodurch nicht nur eine Zementierung bestimmter Abläufe und Prozesse geschieht, sondern auch vielversprechende Alternativen unberücksichtigt bleiben“ [Hom-2007, S. 343–344] . Dieser Gefahr wirkt die Durchführung einer Idealplanung entgegen (siehe u. a. [VDI 2498 Blatt 1], [All-1999, S. 21–22] , [Gün-2013a], [Hom-2007, S. 322–323] , [Ket-1984, S. 4–8] , [Gru-2009]). Im Rahmen der Idealplanung entwirft der Planer einen Logistikprozess, ohne bestehende Restriktionen zu beachten, um so den Lösungsraum in Richtung einer optimalen Variante zu erweitern und gedankliche Hürden abzubauen (siehe auch [Ket-1984, S. 6]). Die anschließende Realplanung nimmt die äußeren Gegebenheiten der Realität nach und nach auf, ohne das ursprüngliche Ideal, das Zielbild, aufzugeben. So kann die beste realisierbare Lösung entwickelt werden. Es gilt z. B. in Bezug auf das Layout die Frage: „Wie lässt sich das Ideal-Layout unter Berücksichtigung der realen Gegebenheiten (Restriktionen) mit den geringsten Abstrichen verwirklichen?“ [Ket-1984, S. 19].

Entscheidend für den Entwurf eines idealen logistischen Systems für eine bestimmte Aufgabe ist eine klare Vorgabe von Zielgrößen, an denen sich die Idealplanung orientieren kann. Sind diese nicht oder nicht ausreichend gegeben, kann eine Idealpla-

nung mit der gewünschten Zielrichtung nicht sichergestellt werden und es ist nicht gewährleistet, dass im Rahmen der Realplanung eine möglichst optimale Lösung erarbeitet wird. Aus diesem Grund sind die Prämissen und Zielgrößen logistischer Planung von entscheidender Bedeutung für die Qualität der erarbeiteten Lösungen.

Analytisches Vorgehen in Stufen (von grob zu fein) mit Iterationen

Um mit sinnvollem planerischem Aufwand zu guten Lösungen zu gelangen und nicht die angestrebte Gesamtlösung aus den Augen zu verlieren, ist es bei der Gestaltung größerer Systeme notwendig, analytisch vorzugehen und vom Konzept zum Detail zu planen. Das stufenweise Verfeinern der Prozesse, Systeme und Anlagen ermöglicht ein zielgerichtetes Fortschreiten von der Grob- in die Feinplanung bis hin zur detailreichen Ausführungsplanung. Das Planungsergebnis entwickelt sich von grob zu fein und vom Ideal- zum Realsystem [Ket-1984, S. 5]. Neue Erkenntnisse, die im Planungsprozess zu Tage treten, können im Vorgehen Iterationen bedingen. Dann wird in den betroffenen Teilbereichen des Planungsgegenstands in die vorherige Stufe zurückgesprungen. Ggf. muss das gesamte Planungsergebnis nochmals überdacht werden. Veränderungen und Anpassungen der Lösung sind während der Planung unumgänglich und erwünscht, denn je früher Fehler oder Ungereimtheiten erkannt werden, desto geringer sind die auftretenden Änderungskosten [Ket-1984, S. 6].

Modularisierung, Gliederung in Teilaufgaben

Logistische Systeme umfassen eine Vielzahl an Elementen und Schnittstellen und erhalten dadurch schnell eine Komplexität, die es einem Planer schwer oder überhaupt nicht möglich macht, den Planungsgegenstand als Ganzes zu erfassen und zu durchdenken. Um handhabbare Planungsaufgaben zu erhalten, ist es ratsam, „die Planung von komplexen und umfangreichen Projekten in nacheinander und parallel laufende Aufgabenbereiche zerlegen. [...] Es empfiehlt sich, die Teilgebiete der Planung so zu bemessen, daß diese eine planungstechnisch zusammenhängende Einheit bilden, die gut überblickbar und zeitlich klar abgrenzbar sind“ [Agg-1987, S. 52–53]. Die Gliederung des angestrebten Gesamtsystems in funktionale Module ermöglicht eine intensive Bearbeitung der Teillösung und ist Grundlage für die Bearbeitung in Teams. Über die Schnittstellen zwischen den Teilsystemen können die Wechselwirkungen im Gesamten untersucht werden. Eine Zerlegung des Gesamtsystems, d. h. „daß abgeschlossene Teilsysteme mit den Schwerpunkten der Planung von Systemstrukturen bearbeitet werden“ [Spu-1994, S. 113], ist angesichts der Komplexität meist unerlässlich, kann jedoch schnell mit einer Konzentration auf die Suche nach Teilloptima der Einzelbausteine einhergehen. Eine wiederholte kritische Untersuchung der Lösung als Ganzes ist deshalb besonders wichtig.

Line-back-Planung

Der Begriff Line-back-Planung bezeichnet einen Planungsansatz, bei dem die von der Logistik zu beliefernde Produktion bzw. der Kernprozess im Zentrum steht. Die Logistik wird vollkommen darauf ausgerichtet, die Produktion, d. h. die Produktionsmitarbeiter, optimal zu versorgen. Die Planung der logistischen Prozesse beginnt deshalb beim Kunden Produktion und setzt sich von dort aus in Richtung der Lieferanten fort.

(Interne und externe) Kunden-Lieferanten-Beziehungen zeichnen den Ansatz aus. Vom ersten betrachteten Kunden (Produktion) ausgehend wird der nächste Abschnitt des Logistiksystems geplant. Der nachfolgende interne Lieferant bildet die nächste Schnittstelle, dient als Kunde für den nächsten Prozessabschnitt und beschreibt die Anforderungen für die betreffenden planerischen Überlegungen. Ziel ist die optimale Ausrichtung jedes Systemabschnitts auf den nächsten (internen oder externen) Kunden.

Boppert et al. schreiben zur Line-back-Planung: „Wesentlich ist [...] eine stringente Ausrichtung der Prozesse an den wirklichen Bedarfen des ‚Kunden‘. [...] Am Beispiel der Materialversorgung stellt im Falle einer Endmontage das Montageband selbst im allgemeinen und damit der jeweilige Fertigungsmitarbeiter im Speziellen den Kunden der Materialbereitstellung dar. Seine ‚Bedarfe‘ zur optimalen Erfüllung seiner Tätigkeit müssen somit die oberste Direktive der Planung sein. Konkret bedeutet dies: die Aufgabe der Bereitstellung besteht darin, dem Werker alle benötigten Bauteile und Module zur geforderten Zeit in genau der Form darzubieten, die er für einen idealen Verbau benötigt“ [Bop-2007c, S. 349]. Vergleiche u. a. auch [Geb-1994, S. 92]. *Klug* benennt die aufeinanderfolgenden Planungsabschnitte nach dem Line-back-Ansatz: Arbeitsplatz, Materialabruf, interner Transport, interner Umschlag, interne Lagerung, externer Transport, externe Lagerung und Umschlag, Lieferant [Klu-2010, S. 81]. Es wird deutlich, dass eine starke Fokussierung auf den zu beliefernden Prozess erfolgt und die Planung immer auf den unmittelbar nachfolgenden Prozess ausgerichtet ist.

Boppert stellt in ihrer Arbeit zur Entwicklung eines wissensorientierten Konzepts zur adaptiven Logistikplanung ein Vorgehensmodell zur Versorgungs- und Bereitstellplanung für die Automobilendmontage vor. Im Fokus stehen die strukturellen Entscheidungen (Art der Bereitstellung am Band, Transport zum Verbauort, Ausführung interner Zwischenpuffer, Versorgungsprozess vom Lieferanten [Bop-2008, S. 64]), auch die Abrufsteuerung ist berücksichtigt. Auch *Boppert* verfolgt einen strengen Line-Back-Ansatz. Die Planung des Logistiksystems erfolgt vom Montageband rückwärts bis zum Lieferanten. Dabei wird sofort sehr kleinteilig geplant; Prozess und Technik werden genau wie die Abruflogik, d. h. die Steuerung, unmittelbar fixiert.

Ggf. entstehen viele Varianten, die nacheinander betrachtet werden müssen. Wechselwirkungen mit anderen Systemelementen jenseits des unmittelbaren (internen) Kunden können aufgrund der absoluten Kundenorientierung im Planungsvorgehen nur durch ein aufwendiges iteratives Vorgehen beachtet werden. Das vorgestellte Verfahren ist für eine Idealplanung gut geeignet, stößt jedoch bei einer Realplanung an die Grenzen, weil viele Rückschritte im Vorgehen den Aufwand steigen lassen. [Bop-2008, S. 59–89]

In der praktischen Anwendung führt eine strenge Line-back-Planung zu einer Vielzahl an notwendigen Rückschritten, da Restriktionen nicht ganzheitlich betrachtet werden, sondern mit dem Planungsfortschritt vom Kunden (Produktion) rückwärts zum Lieferanten erst nach und nach in den Betrachtungsfokus rücken. Bei den planerischen Entscheidungen steht immer der Kundenprozess im Mittelpunkt, weshalb Wechselwirkungen mit anderen Bereichen in den Hintergrund treten.

Variantenbildung, Bewertung, Reduktion, Entscheidung

Das Erzeugen von technischen Varianten logistischer Systeme, um Lösungen für eine vorgegebene Problem- oder Zielstellung zu finden, bildet die Basis des planerischen Vorgehens in der klassischen Logistik- oder Fabrikplanung (u. a. [Agg-1987], [All-1999, S. 21], [Gru-2009]). Es wird eine Vielzahl an technisch machbaren Systemen entworfen, um diese Menge anschließend (teilweise strukturiert) zu bewerten und ungeeignete Alternativen auszuschließen. Die Bewertungskriterien können aus den Zielen abgeleitet werden (z. B. monetäre, nicht monetäre Kriterien, qualitative, quantitative Kriterien; vgl. z. B. [VDI 5200 Blatt 4], [Hom-2007, S. 335–340]). Ein Ausscheiden von Lösungen aufgrund der planerischen Erfahrung, bestehender Restriktionen etc. ist ebenfalls möglich. Konkrete Hinweise, wie weniger aussichtsreiche Varianten in der Grobplanung identifiziert werden können, sind in der gängigen wissenschaftlichen Literatur bis heute nicht zu finden. *Aggteleky* z. B. schreibt nur, dass diese möglichst bald verworfen werden sollen, um den Planungsaufwand gering zu halten [Agg-1987, S. 51–52].

Nutzung von Erfahrungswissen und Kreativität des Planers, heuristisches Vorgehen

Der Mensch spielt in seiner Funktion als Fabrik- oder Logistikplaner eine große Rolle. Das Themenfeld ist derart komplex und vielfältig, dass ein automatisiertes, stark computergestütztes Vorgehen schnell an seine Grenzen stößt, was v. a. darin begründet ist, dass die Zusammenhänge innerhalb logistischer Systeme meist nicht vollständig und eindeutig beschrieben werden können. Aus diesem Grund basiert Logistikplanung zu einem großen Teil auf einem heuristischen Vorgehen [Agg-1987,

S. 25]. „Der Informationsstand⁸ und die Problemgröße komplexer Systeme erzwingen auch in der Fabrikplanung heuristische Gestaltungsansätze und damit eine Abkehr von den vorwiegend mechanistischen Ansätzen“ [Sch-2007b, S. 195].

Der Mensch „als Kreativitäts- und Wissensquelle“ [Bop-2007b, S. 335] plant den Logistikprozess aufgrund seiner Kenntnis und Erfahrung und trifft in jedem Planungsschritt eigenständige Entscheidungen, die in Summe zum Planungsergebnis führen. Dieses Vorgehen bewirkt einerseits einen akzeptablen Aufwand für die Planung eines komplexen Systems, führt andererseits jedoch nur im besten Fall zu optimalen Ergebnissen, da die Planungsqualität zu einem Großteil von der Person des Planers bzw. vom Planungsteam abhängig ist. Auch aus diesem Grund ist die Zusammenstellung eines interdisziplinären Teams [Ket-1984, S. 7] sehr vorteilhaft. *Aggteleky* schreibt: „Es darf nicht übersehen werden, daß die Fabrikplanung eine schöpferische Tätigkeit ist, bei der fachliches Wissen und Intuition des Planers eine wichtige Rolle spielen. Also ist die Planungstechnik lediglich ein Mittel zum Zweck, um diesen schöpferischen Denkprozeß zu unterstützen und zu fördern“ [Agg-1987, S. 30]. Will man sich jedoch nicht vollkommen von den Fähigkeiten, der Effektivität und Effizienz des Logistikplaners abhängig machen, gilt es Wissen und Erfahrung von Logistikplanungsexperten – widergespiegelt u. a. in zahlreichen Planungsprojekten – zu dokumentieren und zukünftigen Planungsteams zugänglich zu machen.

Der Verweis auf ein heuristisches Vorgehen innerhalb der Logistik- und Fabrikplanung ist angesichts der Komplexität der Systeme und des Strebens nach einem geringen Planungsaufwand schlüssig. „Heuristik bezeichnet die Kunst, mit begrenztem Wissen und wenig Zeit mittels bekannter Vorgehensweisen zu guten Lösungen zu kommen“ [Pil-2012, S. 170]. Die Theorie zu heuristischen Verfahren kennt hierzu Eröffnungsverfahren und Verbesserungsverfahren. Mit Hilfe von Eröffnungsverfahren gelingt es einen gültigen Startwert zu finden. Je nach Verfahren ist dieser mehr oder weniger gut in Bezug auf die optimale Lösung. Verbesserungsverfahren dienen im Anschluss dem Finden eines lokalen Optimums (vgl. z. B. [Dom-2010, S. 20–23]). Doch auch wenn im Zusammenhang mit Fabrik- oder Logistikplanung vielfach von heuristischer Herangehensweise geschrieben wird, werden die Gedanken nicht in Richtung einer strukturierten Verwendung von Heuristik weitergeführt. Der Begriff Heuristik beschränkt sich im Umfeld der Logistikplanung meist auf den Verweis auf die Wichtigkeit der Erfahrung und des Wissens des Planers, auf welche sich die Entwicklungen und Entscheidungen im Planungsprozess in erster Linie stützen.

⁸ Gemeint ist, dass nur ungenaue Informationen über die tatsächlichen Anforderungen und Rahmenbedingungen zum Zeitpunkt der Realisierung bzw. im Betriebszeitraum vorliegen.

2.3.3 Diskussion

In der Literatur sind verschiedene Vorgehensweisen zur Logistikplanung beschrieben, die sich auf einzelne Planungsphasen stützen und verschiedene Planungsansätze verwenden, die sich in der Vergangenheit als durchweg sinnvoll und zielführend erwiesen haben.

Es ist zu bemerken, dass der Schwerpunkt der Planungsvorgehen hauptsächlich auf der Struktur- oder Layoutplanung und der Gestaltung der technischen Systeme liegt. Für diesen Bereich erhält der Planer greifbare Vorschläge und Beispiele zu möglichen Umsetzungen. Zwischen der Erarbeitung der Daten und der konkreten Aufgabenstellung (im Rahmen der Vorarbeiten) und der Layoutplanung befindet sich jedoch ein großer gedanklicher Sprung. Für die Prozessplanung und die Ermittlung der benötigten logistischen Funktionen oder Bereiche gibt es wenig Unterstützung für den Planer. Man gewinnt den Eindruck als führte die Konzentration auf die ausführende Technik zu einer Vernachlässigung von Prozess, Informationsfluss und Steuerungslogik. Auf diese Themen verweisen alle Vorgehensweisen nur am Rande; eine intensive Beschäftigung mit den Möglichkeiten, dieses Feld möglichst optimal zu gestalten, findet hingegen nicht statt. Dies mag u. a. darin begründet liegen, dass lange Zeit der Fokus der Logistik v. a. in Deutschland auf der (Weiter-)Entwicklung technischer Lösungen zum Fördern, Lagern, Sortieren, Palettieren, Kommissionieren etc. lag. Dank dieser Anstrengungen kann die Logistikplanung heute auf eine sehr große Zahl an technischen Einrichtungen zurückgreifen. Es gibt für jede logistische Aufgabe eine Auswahl an manuellen, mechanisierten oder automatischen Systemen. Diese Tatsache bedeutet jedoch auch, dass die technische Lösung heute meist nicht mehr ausschlaggebend ist, um sich vom Wettbewerber abzuheben. Prozessbeherrschung, hohe Logistikqualität, Stabilität, Flexibilität, Reaktionsschnelligkeit und Transparenz sind die Fähigkeiten, die heute von der Logistik erwartet werden.

In der Fachliteratur zur Fabrik- und Logistikplanung werden fast immer Planungsansätze beschrieben, die die Basis für das konkrete Planungsvorgehen bilden. Eine deutliche Verbindung zwischen dem Planungsfortschritt und den jeweils zur Anwendung kommenden Ansätzen bleibt in den meisten Fällen aus. Dadurch stehen dem Planer diese Herangehensweisen nur theoretisch und abstrakt zur Verfügung und er muss selbst ausprobieren, welcher Ansatz an welcher Stelle im Planungsprozess am besten zum Einsatz kommt oder welche Ansätze gut kombiniert werden können. Eine stärkere Integration der bewährten Herangehensweisen in die Planungsphasen, welche sich stark auf die Inhalte konzentrieren, wäre wünschenswert. Gelingt dies, kann dem Planer eine Vorgehensweise an die Hand gegeben werden, die sowohl Aussagen dazu macht, *was* zu tun ist, als auch *wie* dies durchzuführen ist. In Anleh-

nung an die Aufbau- und Ablauforganisation wären damit die *Aufgabe* (was) und die *Arbeit* (wie) definiert. Oder anders gesagt: Es wären das *Ziel* und der *Weg* beschreiben.

Vor allem in der Beschreibung der Planungsphasen zeigt sich die Bedeutung des analytischen Vorgehens vom Konzept zur Detailplanung, auf das sich alle Autoren stützen. Gleichzeitig verweisen die Autoren mehr oder weniger deutlich auf die Bedeutung des Planers, der auf Basis seiner Erfahrung alle Entscheidungen trifft, die nicht objektiv aufgrund von klaren Zielvorgaben o. Ä. getroffen werden können. Vielfach fällt in diesem Zusammenhang der Begriff Heuristik. Heuristik beruht auf der Erfahrung eines Einzelnen oder einer Gruppe, mit deren Hilfe Lösungen auf Basis begrenzten Wissens und begrenzter Zeit entwickelt werden. Sobald Menschen zu wenige oder zu viele Informationen haben oder das Problem zu komplex ist, um eine eindeutige Lösung direkt herzuleiten, müssen sie sich auf ihre Erfahrung oder die Erfahrungen anderer verlassen und mit Hilfe dieser Methode eine Lösung für das Problem suchen. Um auf diesem Weg möglichst gute Verfahren und damit Lösungen zu erlangen, gilt es die Erfahrungen der Logistikplaner zu bündeln und daraus gute Verfahren zur Gestaltung von leistungsfähigen Logistiksystemen zu gewinnen. Dies ist bisher kaum geschehen. Die wissenschaftliche Fabrikplanung hat sich bislang darauf konzentriert, Vorgehensweisen zu entwickeln und nicht Erfahrungen zu sammeln und zu strukturieren. Diesem Ansatz, Erfahrungen zu sammeln und zu strukturieren, entspringt *Taiichi Ohnos* Lean-Philosophie [Ohn-2009]. Auch *Schuh et al.* weisen diesen Weg indem sie fordern, die klassischen Ansätze müssten „durch ‚Daumenregeln‘ und die Nutzung von Erfahrungswissen ersetzt werden“ [Sch-2007b, S. 195]. *Schuh et al.* ziehen Parallelen zur Komplexitätswissenschaft: „In komplexen Systemen kann es [...] zu Effekten der Selbstorganisation kommen, das heißt zu Ordnungs- und Verhaltensmustern, die nicht intentional in der Konzeption der Systemelemente angelegt sind“ [Sch-2006, S. 168]. „Die Selbstorganisationstheorie beschreibt Prozesse der spontanen Strukturbildung“ [Ebe-1998, S. 42], d. h. die Systemelemente ordnen sich neu geschaffenen, nicht vorhersehbaren Regeln unter, sobald das System aus dem Gleichgewicht zu geraten droht. Diese Wirkung kann man in logistischen Systemen beobachten, sobald die Prozesse nicht klar definiert sind und der Mitarbeiter z. B. über- oder unterinformiert ist. Die Mitarbeiter organisieren sich selbst, geben sich neue Regeln und versuchen die Abläufe zu optimieren. Das komplexe System Logistik gewinnt dann im Betrieb eine Eigendynamik, die der Planer so nicht vorhergesehen hat. Mit diesem Effekt gilt es umzugehen. Lean-Ansätze, die es möglich machen innerhalb der Lean-Philosophie intuitiv zu handeln, und die gezielte Entwicklung heuristischer Verfahren sind eine Möglichkeit, um in der

Planung (und auch im Betrieb) logistischer Systeme voranzukommen und die Komplexität beherrschbar zu machen.

2.4 Zielgrößen der Logistikplanung

Eine klare Formulierung von Zielsetzungen ist unbedingte Voraussetzung für ein gutes Planungsergebnis, denn nur dann ist es möglich eine Lösung zu generieren, die gegenüber anderen Varianten bewertbar ist. Dies beinhaltet nicht nur die Zusammenfassung der betrachteten Kriterien, sondern auch die Beschreibung der Zielrichtung: Gilt es die Größe zu maximieren, zu minimieren oder einen genauen Wert zu erreichen? Vor allem bei widersprüchlichen Zielen ist außerdem eine Aussage zur Gewichtung oder Rangfolge der Einzelziele notwendig. Wenn es nicht möglich ist ein eindeutiges, widerspruchsfreies Zielsystem vorzugeben, ist der Planer auf möglichst gute Informationen zur Zielrichtung, Bedeutung der Einzelziele etc. angewiesen. Existieren diese Vorgaben nicht, wird der Planer oder das Planungsteam selbst eine Priorisierung festlegen (müssen). Eine einheitliche Ausrichtung des Unternehmens kann über dieses Vorgehen nicht sichergestellt werden. *Wiendahl et al.* verwenden das Bild: „Das ‚Leben‘ gemeinsamer Ziele und Visionen ist unverzichtbarer Baustein einer lernenden Organisation. Die Visionen stellen für die Mitarbeiter dabei den Polarstern dar, dem es kollektiv zu folgen gilt“ [Wie-2001, S. 186] und die Ziele unterstützen die vielen Entscheidungen im betrieblichen Alltag.

2.4.1 Ziele der Logistik

Im Folgenden werden die gängigen Zielgrößen der Logistikplanung vorgestellt. Zur Schaffung von Übersicht sind die oft sehr konkreten Einzelaspekte aus der Literatur in Gruppen zusammengefasst.

Kundenorientierung: 5 R der Logistik

Der Auftrag der Logistik, ausgedrückt durch die 5 R der Logistik, d. h. das richtige Produkt in der richtigen Menge und der richtigen Qualität zur richtigen Zeit am richtigen Ort, steht auch im Mittelpunkt der Logistikplanung (z. B. [Gün-2012a], [Jün-1989, S. 18], [Hom-2007, S. 322], [Wie-2001, S. 187]). Dieses Ziel existiert bei allen Autoren unbestritten, auch wenn dessen Stellung in Bezug auf die anderen Zielgrößen nicht klar beschrieben wird. Die Bedeutung dieses klaren Auftrags an die Logistik und die Logistikplanung kann deshalb leicht untergehen. Oftmals bleiben die 5 R hochgenerische Grundsatzaussage oder dieses klare Bekenntnis zur Erfüllung des Kundenauftrags verschwindet im Begriff der Qualität, wenn das Zieldreieck Qualität – Kosten – Leistung ([Gün-2012a, S. 1–15], [Gud-2010, S. 74]) oder Qualität – Kosten – (Liefer-)Zeit aufgeführt wird [Ihm-2006, S. 20]. Unter „Qualität“ verbirgt sich dann in der Logistik die Aussage, dass der Kundenwunsch zu dessen Zufriedenheit zu erfül-

len ist. Bei der Planung logistischer Systeme ist Kundenorientierung anzustreben, auch wenn kaum ein Autor aus dem Bereich der Logistikplanung dies so klar formuliert wie *Baudin*. Er beschreibt den Aspekt der Kundenorientierung, d. h. den Auftrag oder die Tatsache was zu tun ist, mit dem Begriff *Effektivität*. Das „Wie“ beeinflusst die *Effizienz* des Systems. „Obviously, effectiveness takes priority, and efficiency at doing the wrong things is not an objective worth pursuing“ [Bau-2004, S. 28].

Wertschöpfungsorientierung: Produktivität, Kosten und Ressourcen minimieren, Auslastung

Logistiksysteme sollen genau wie Fabriken oder Unternehmen wirtschaftlich arbeiten, d. h. möglichst wenige Kosten verursachen. Kosten entstehen in der Logistik durch die Nutzung von Ressourcen wie Mitarbeiter, technische Einrichtungen (Förder- oder Lagermittel) oder Betriebsfläche etc. Aus diesem Grund gelingt eine Minimierung der Kosten durch die Minimierung des Ressourcenverbrauchs (u. a. [Gru-2009, S. 12], [Jün-1989, S. 23], [Hom-2007, S. 324], [Küp-2004, S. 15], [Ehr-2006, S. 21]). Bei vorhandenen Einrichtungen, die bereits Kosten verursacht haben, wird versucht diese durch eine hohe Auslastung auf möglichst viele Güter umzulegen bzw. sie für möglichst viele Waren zu nutzen. Erstes Ziel ist es jedoch Kosten zu sparen und nicht eine hohe Auslastung zu erreichen. Eine hohe Auslastung ist *ein* Mittel zur Kosteneinsparung, aber nicht das einzige. Diese Vorstellung hat sich dennoch lange Zeit gehalten und ist vielfach immer noch nicht verdrängt, weshalb eine hohe Auslastung vielfach als Zielgröße vorgegeben ist [Spu-1994, S. 168], während die Kundenorientierung in den Hintergrund gerät. In den letzten Jahrzehnten setzt sich nun die Erkenntnis durch, dass eine hohe Auslastung nicht an oberster Stelle des Zielsystems stehen darf [Ihm-2006, S. 26]. Anstatt geringer Auslastung sind Bestände und hohe Durchlaufzeiten als Kostentreiber in den Fokus gerückt (siehe Ziel Zeitorientierung).

Der Kern der hier zusammengefassten Ziele ist die Maximierung des „Wirkungsgrads“ als das Verhältnis der Wertschöpfung zu den verursachten Aufwänden. Dieses Verhältnis kann entweder durch die Erhöhung des Zählers oder durch die Reduktion des Nenners vergrößert werden. Es gilt also Kosten bzw. Ressourcen einzusparen oder die Wertschöpfung zu erhöhen. Die Konzentration auf die Wertschöpfung und deren Gegenteil, die Verschwendung, ist deshalb ein zweiter Weg für den Planer, um das Ziel hoher Wirtschaftlichkeit zu erreichen. Im Kern geht es um die Operationalisierung des Unternehmensziels Wirtschaftlichkeit. Die globalen Ziele müssen für den Logistikplaner beeinflussbar werden. Die Begriffe der Wertschöpfungsorientierung und der Verschwendung haben sich dabei als sehr hilfreich erwiesen und tauchen aus diesem Grund inzwischen vielfach in der Literatur als Zielgrößen der Logistik auf (u. a. [Gru-2009, S. 15], [Klu-2010, S. 254]).

Zeitorientierung: Lieferzeit, Durchlaufzeit, Fluss

Ziel der Logistik ist es Güter und Informationen zu den jeweiligen Bedarfsorten fließen zu lassen, d. h. „ein gleichmäßiges Fließen der Objekte mit möglichst hoher Durchflußgeschwindigkeit in den Systemen zu erreichen“ [Jün-1989, S. 35]. Dies steht ein Stück weit im Widerspruch zur Forderung nach hoher Auslastung. Aufgrund weiterer positiver Auswirkungen einer kurzen Auftragsdurchlaufzeit hat sich das Gewicht innerhalb der Logistikziele inzwischen hin zur Zeit verschoben [Ihm-2006, S. 26 und 285]. Auch wenn Überlegungen zum Fluss von Material in der Logistik schon immer vorhanden sind (z. B. [VDI 2689, S. 1]), ist die Wichtigkeit dieses Aspekts vor allem mit der Untersuchung der Basis der Erfolge japanischer Unternehmen – allen voran Toyota – ins Bewusstsein gerückt. Das dort verfolgte Just-in-Time-Prinzip fokussiert die Zeit als entscheidende Einfluss- und Messgröße und Fluss als Möglichkeit, die benötigte Zeit zu minimieren. „At the heart of Ohno's system was the conceptualization of industrial procurement and production as a flow system“ [Kla-2012, S. 11]. Der Aspekt Zeit ist zentrales Thema der Ablauforganisation, die u. a. eine Reduzierung der Lager-, Rüst- und Durchlaufzeiten, Terminüberschreitungen und Transportzeiten anstrebt [Spu-1994, S. 210], und damit Teil des Betrachtungsgegenstands der Fabrik- und Logistikplanung. Dennoch standen zeitorientierte Ansätze lange Zeit im Schatten der Auslastungsorientierung.

Stalk weist schon 1988 intensiv darauf hin, dass Zeit „as a strategic weapon, [...] is the equivalent of money, productivity, quality, even innovation“ und betont, dass die erfolgreichen japanischen Unternehmen „time-based competitors“ – zeitbasierte Wettbewerber sind [Sta-2012, S. 196]. Die Bedeutung der Zeit, die entscheidend zur Flexibilität beiträgt und damit Kundenorientierung erst ermöglicht, ist in den letzten Jahren immer deutlicher geworden. Globalisierung und weltweiter Wettbewerb machen Agilität und Zeitorientierung zu einem der großen Erfolgsfaktoren. Dies gilt für alle Abläufe innerhalb eines Unternehmens, ganz besonders für die Logistik.

Wertschöpfungskettenorientierung: Systemdenken

Aufgrund der Zunahme der Vernetzung einzelner Unternehmen und der Zusammenarbeit in immer größeren und weiter verzweigten Wertschöpfungsketten treten im Zusammenspiel der einzelnen Produktions- und Logistikstandorte positive und negative Effekte auf, die bei der Logistikplanung beachtet werden müssen. Eine isolierte Betrachtung von Teilbereichen innerhalb eines Wertschöpfungsnetzes kann leicht dazu führen, dass sich das Logistiksystem der gesamten Kette vom Optimum wegbewegt. Deshalb existiert die Forderung nach einem ganzheitlichen Ansatz und der Suche nach einem Gesamtoptimum ([Agg-1987, S. 54], [Jün-1989, S. 27], [Hom-2007, S. 324]). Die Berücksichtigung von Schnittstellen zwischen den Systemelementen ist eine Möglichkeit, um das Systemdenken zu erleichtern. Gleichzeitig ist die

Komplexität eines (unternehmensübergreifenden) Logistiksystems schnell so groß, dass eine vollständige Betrachtung des Gesamtsystems nicht mehr möglich ist. Deshalb ist es notwendig den Planungsgegenstand einzuschränken. Um trotzdem der Forderung nach Wertschöpfungskettenorientierung nachzukommen, bietet es sich an, „die gesamte Wertschöpfungskette für einen Auftrag zu optimieren“ [Jün-1989, S. 27]. D. h. die Wertschöpfungskettenorientierung ist über eine Auftragsorientierung oder Prozessorientierung [Gru-2009, S. 15] abzubilden.

Zukunftsorientierung: Flexibilität und Wandlungsfähigkeit, Langfristigkeit

Logistik- und v. a. Fabrikplanung hat in den meisten Fällen langfristigen Charakter. Gebäude und Strukturen sind jahrzehntelang in Betrieb; Standortentscheidung gelten oftmals noch länger. Die Nutzung von Anlagen und Einrichtungen für lange Zeit im Voraus festzulegen ist heute praktisch unmöglich. Märkte, Produkte und Technologien verändern sich schnell und teilweise unvorhersehbar. Damit geht stets eine Prozessveränderung einher. Logistik und Produktion müssen neu geplant und angepasst werden. Flexibilität und Wandlungsfähigkeit sind deshalb wichtige Anforderungen an logistische Systeme und Prozesse, die in der Planung Berücksichtigung finden müssen. *Kettner et al.* fordern eine „sorgfältige, vorausschauende Planung“, um „mittel- und langfristige Entwicklungen [...] zu berücksichtigen und nicht durch bauliche, anlagentechnische oder strukturelle Fixpunkte zu verhindern“ [Ket-1984, S. 8]. Diese Offenheit für größere Umgestaltungen drückt der Begriff „Wandlungsfähigkeit“ aus. Das Wort „Flexibilität“ hingegen wird oft für kurzfristige Schwankungen verwendet, die von den Logistikprozessen abgebildet werden müssen. Die Literatur rät hier dazu Leistungs- oder „Flexibilitätsreserven“ [Klu-2010, S. 261–262] vorzusehen bzw. zur „Überdimensionierung“ ([Gru-2009, S. 25–29] , [Ket-1984, S. 8]). *Frazelle* gibt zu bedenken: „Don't assume a higher level of mechanization will bring increased flexibility. Do consider that higher levels of mechanization bring flexibility risk.“ – Automatisierung führt nicht pauschal zu Flexibilität, sondern zu Flexibilitätsrisiko [Fra-2002, S. 65].

Flexibilität und Wandlungsfähigkeit sind zwei Eigenschaften, die Langfristigkeit und Zukunftsorientierung unterstützen. Langfristiges Denken in der Planung kann jedoch noch weit darüber hinaus gehen. Beispiele dafür sind ökologisches und soziales Handeln, deren Effekte auf das Unternehmen vielleicht nicht unmittelbar sichtbar sind, langfristig gesehen jedoch sicher positive Auswirkungen – auch im wirtschaftlichen Sinne – haben werden.

Transparenz: Einfachheit, Klarheit, Komplexitätsreduzierung

Logistische Systeme umfassen viele Einzelelemente, die über vielfältige Verbindungen miteinander verknüpft sind und sich gegenseitig beeinflussen. Dadurch werden

Logistiksysteme komplex. Für den Planer entsteht Intransparenz; es ist sehr schwierig oder unmöglich die Zusammenhänge innerhalb eines Wertschöpfungsnetzes nur im Ansatz vollständig zu erfassen. Aus dieser Tatsache erwächst die Erkenntnis, dass Einfachheit und Klarheit wichtige Bedingungen sind, um Logistik beherrschbar zu halten oder wieder steuerbar zu machen. Nur bei durchschaubaren, bekannten Effekten und Zusammenhängen kann zielgerichtet agiert werden, kann optimiert und Einfluss genommen werden. Zumindest für den Planungsschritt „Entwurf von Arbeitsmittelvarianten“ benennen *ten Hompel et al.* deshalb u. a. die Zielgrößen „Einfachheit“, „Klarheit und Eindeutigkeit“ [Hom-2007, S. 348–349] und *Spur* verweist auf „ein notwendiges Gleichgewicht zwischen Stabilität und Flexibilität eines Produktionssystems“ [Spu-1994, S. 209]. Auch die *VDI-Richtlinie 5200 Blatt 4* und *Ehrmann* nennen Transparenz als Zielgröße ([VDI 5200 Blatt 4], [Ehr-2006, S. 21]) und *Frazelle* empfiehlt: „Do simplify first.“ [Fra-2002, S. 62–63]

Mitarbeiterorientierung: Mensch als wesentlicher Produktionsfaktor

Logistik ist vielfach geprägt durch manuelle Prozesse. Besonders auffällig ist dies bei Logistikdienstleistern, die aufgrund kurzer Vertragslaufzeiten Investitionen in teure Automatisierung scheuen. Sie setzen meist auf die Flexibilität ihrer Mitarbeiter und dies sowohl in Bezug auf die durchführbaren Tätigkeiten als auch die Möglichkeiten die Mitarbeiterzahl im Bedarfsfall zu erhöhen oder zu reduzieren. In jedem Fall spielt der Mensch eine wichtige Rolle in logistischen Systemen. *Wiendahl et al.* verweisen auf die spezifische Flexibilität der menschlichen Arbeit, die Kreativität, die Tatsache, dass Mitarbeiter „Wissensträger“ sind, und die notwendige Motivation, die den Menschen dazu bringt, seine vielfältigen Fähigkeiten in den Dienst eines Unternehmens zu stellen, und ihn dort zur wertvollen „Humanressource“ macht [Wie-2009, S. 211]. Den Menschen als wesentlichen Produktionsfaktor zu betrachten, ist deshalb auch eines der „Globalziele für den Entwurf innovativer Fabrikkonzepte“ bei *Grundig* [Gru-2009, S. 15].

2.4.2 Diskussion

Klar formulierte Ziele sind innerhalb eines Unternehmens äußerst wichtig, um jedem einzelnen Mitarbeiter Vorgaben und Anleitungen zu geben, wie er zum Erfolg des gesamten Unternehmens beitragen kann. Je größer der Entscheidungsfreiraum des Mitarbeiters ist, desto wichtiger ist die Orientierung an Zielen, die eine Richtung vorgeben. *Drucker* betont, dass gerade bei geistiger Arbeit die Effektivität, d. h. die richtigen Dinge zu tun, im Fokus stehen muss, und beschreibt damit die Tatsache, dass es nicht selbstverständlich ist, beim Nachdenken oder Planen sinnvolle Dinge zu erreichen [Dru-1971, S. 7]. Gerade im Bereich der Planung von Fabrik- oder Logistikstrukturen sind Ziele oder Leitlinien deshalb entscheidend für die Qualität der

Ergebnisse in Bezug auf ihre Wirkung in der gesamten Fabrik oder der ganzen Wertschöpfungskette.

Übertragen auf die Anforderungen an das zu planende logistische System gilt es wiederum die beiden Aspekte *Effektivität* und *Effizienz* zu beachten. Das vorgestellte Ziel der Kundenorientierung steht in der Logistikplanung synonym für die Effektivität (Abbildung 2-2). Kann der Kundenwert erreicht werden, so ist sichergestellt, dass das logistische System das Richtige tut. Die übrigen Zielgrößen zielen auf Effizienz im System. Mit ihrer Hilfe kann sichergestellt werden, dass das Logistiksystem auf die richtige Art und Weise, d. h. aufwandsarm, arbeitet.

Zielvorgaben können jedoch nur wirkliche Hilfestellung geben, wenn sie für den Anwender, z. B. den Planer, operationalisierbar sind, d. h. wenn er die entwickelten Alternativen hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Ziele (mit akzeptablem Aufwand) bewerten kann und er den Einfluss von Veränderungen am geplanten System auf die Zielgrößen absehen oder zumindest einschätzen kann. Diese Schwierigkeit besteht beispielsweise bei der Benennung von Kostenminimierung als Ziel. Die Auswirkungen logistischer Prozessalternativen auf die für das Unternehmen entstehenden Kosten sind derart vielfältig und intransparent, dass ein allgemeines Kostenziel meist keine tatsächliche Unterstützung bei der Planung von Logistiksystemen darstellt. Auf diese Problematik weisen auch *Küpper und Helber* hin [Küp-2004, S. 34]. Die Ziele „Zeitorientierung“ oder „Wertschöpfungsorientierung“ hingegen stellen eine konkrete Verbindung zu den zu planenden Logistiksystemen her und bieten deshalb Orientierung bei der Planung.

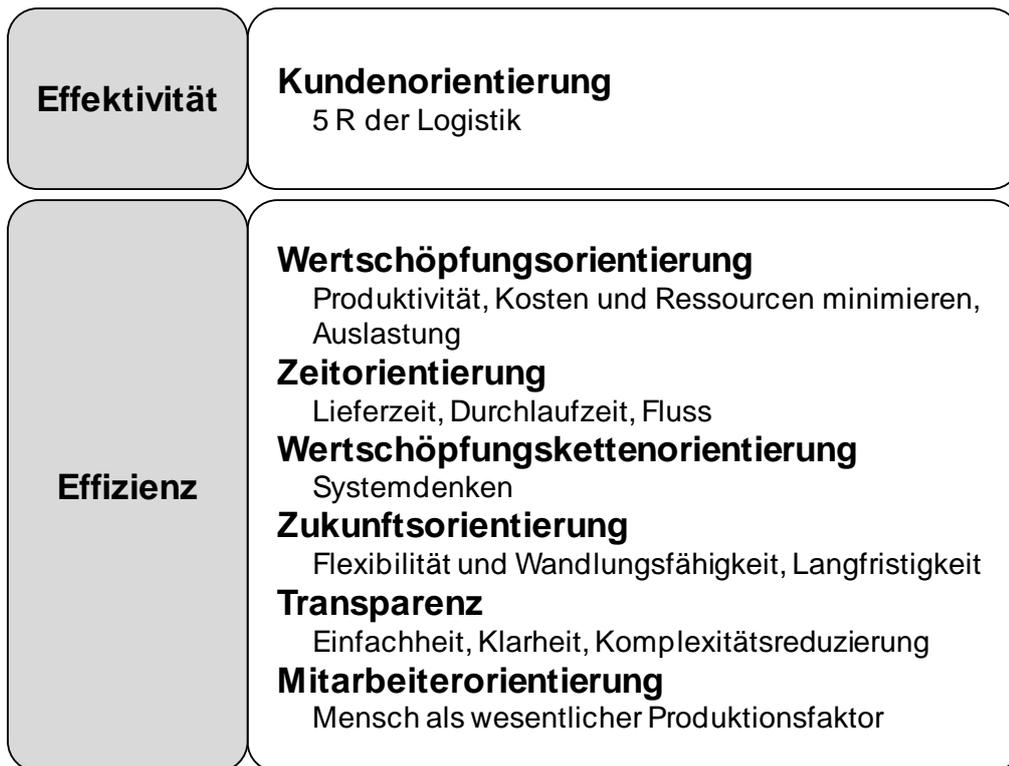


Abbildung 2-2: Strukturierung der Ziele der Logistik

Eine zweite Forderung entsteht im Zusammenspiel von Zielen. Verhalten sich einzelne Größen gegenläufig, so entsteht ein Zielkonflikt und die Größen können nicht gleichzeitig optimiert werden. Es gilt dann einen Mittelweg, einen Kompromiss, zu finden, der die beiden Ziele gleichberechtigt behandeln kann oder eine Gewichtung zugrunde legt. Die Tatsache, welches Ziel stärker berücksichtigt wird, ist entscheidend für die gewählte Variante oder die Ausgestaltung des Planungsergebnisses. (Siehe dazu auch [Gud-2010, S. 77–78] .) Ungenügende Zielsysteme überlassen diese Entscheidung dem Planungsteam und stellen damit keine einheitliche Unternehmenslinie sicher. Teilweise versucht das Management im Rahmen von Statusterminen noch Einfluss auf die Zielrichtung zu nehmen und das nicht explizit formulierte Unternehmensziel durch persönliche Lenkung, Priorisierung und Entscheidung zu verfolgen. Da das Management dabei jedoch auf die transparente Darstellung aller Zielgrößen zu jedem Entscheidungszeitpunkt im Laufe der Planung angewiesen ist, kann dieses Vorgehen auch nur zum Teil erfolgsversprechend sein. Ziel muss es daher sein, dem Planungsteam ein möglichst widerspruchsfreies, stringentes Zielsystem oder kompatible Leitlinien an die Hand zu geben, um auf dieser Basis all die großen und kleinen Entscheidungen und Richtungsweisungen innerhalb eines Planungsprozesses durchzuführen – im Sinne des Unternehmensziels.

2.5 Wissenstransfer, Dokumentation von Planungswissen, Zugänglichkeit

Eine verständliche und vollständige Dokumentation von Planungsergebnissen ist Voraussetzung für deren Weitergabe an andere Personen, Abteilungen und Bereiche, die im Anschluss an die Planungstätigkeit an der Ausführung der geplanten Systeme und Prozesse und deren Umsetzung in die Realität beteiligt sind oder diese ohne weiteres Zutun des Planers oder des Planungsteams umsetzen. Auch innerhalb der Planung ist das Festhalten von (Teil-)Ergebnissen wichtig, um Konzepte oder Details innerhalb des Teams oder mit den Entscheidern zu diskutieren oder Arbeitsinhalte bzw. Erkenntnisse weiterzugeben z. B. bei einer Umbesetzung im Planungsteam oder der Weiterbearbeitung durch einzelne Fachabteilungen im Rahmen der Feinplanung.

Erschwerend kommt bei der Betrachtung komplexer Systeme hinzu, dass es zu deren Verständnis in den meisten Fällen notwendig ist, die „Entstehungsgeschichte“, d. h. die Hintergründe, zu kennen. Nur dann lassen sich der Sinn der Einzelelemente und die Logik ihres Zusammenspiels erschließen. *Ebeling et al.* beschreiben das Phänomen so: „Fast alle komplexen Strukturen, mit Sicherheit alle hochkomplexen Strukturen, haben eine Ontogenese (eine Individualgeschichte ihrer Entstehung) und eine Phylogenese (eine Stammesgeschichte der Klasse, zu der die Struktur gehört). Das gilt [...] auch für komplexe technische Strukturen wie Eisenbahnen, Automobile, Flugzeuge und Computer. [...] In der Regel kann man komplexe Strukturen nur im Zusammenhang mit ihrer Individual- und ihrer Stammesgeschichte verstehen.“ [Ebe-1998, S. 21]

In diesem Bewusstsein muss es Ziel der Logistikplanung sein, das Planungsvorgehen und die wesentlichen Entscheidungen während der Planung genauso wie das Endergebnis klar zu dokumentieren. *Grundig* erläutert: „Die Darstellung [...] von Planungsergebnissen [...] ist entscheidend insbesondere zur Sicherung abgestimmter, widerspruchsfreier und verteilter Zusammenarbeit unterschiedlicher Fachgruppen – aber auch zur Sicherung verständlicher, überzeugender und funktionsgerechter [...] Lösungspräsentation“ [Gru-2009, S. 27]. Ein standardisiertes Vorgehen bei der Abbildung von Planungsinformationen unterstützt die Einhaltung der Forderungen nach Vollständigkeit, Nachvollziehbarkeit und Verständlichkeit.

Ein solcher Standard ist auch für eine dauerhafte Verfügbarkeit von Planungswissen unerlässlich. In der Praxis bilden häufig Erfahrungswerte die Basis für Entscheidungen in der Logistikplanung. Erfahrungswissen ist jedoch nicht expliziert und damit auch nicht übertragbar. „Logistikwissen wird [...] durch Mitarbeiterrotation und feh-

lende Standardisierung der Planungsabläufe bedroht. Oft mühsam erarbeitete Erkenntnisse über die Logistikabläufe und deren sensitive Parameter gehen somit unwiederbringlich verloren“ [Klu-2010, S. vii]. Mitarbeiterfluktuation und -rotation machen also die Standardisierung und Dokumentation von Planungswissen unbedingt notwendig, da das erfahrungsbasierte Arbeiten zunehmend an seine Grenzen stößt und damit Planungseffektivität und -effizienz gefährdet sind. Die Komplexität der Planungsumfänge und die daraus resultierende Notwendigkeit, die Planungsaufgabe auf mehrere Abteilungen und Verantwortliche aufzuteilen, verschärft die Situation, da es bei dieser Konstellation keine Experten mehr gibt, die in der Lage sind, den Gesamtprozess durch ihre Erfahrung in die richtige Richtung zu lenken [Bop-2007a, S. 402].

Deshalb gilt die Forderung: „Wissen, insbesondere Erfahrungswissen, soll in standardisierter Form dokumentiert und verfügbar gemacht werden. Mit der Nutzbarkeit für andere Mitarbeiter lässt sich die Weiterentwicklung von Wissen fördern und letztendlich neues Wissen generieren“ [Bop-2007a, S. 404]. Ein standardisiertes Vorgehen zur Planung und Dokumentation von Logistikprozessen ist in der Lage eine breite zugängliche Wissensbasis zu schaffen und ermöglicht den Transfer von Planungsvorgehen und -ergebnissen in neue Planungsprojekte, was sich bisher in der Praxis sehr schwierig gestaltet und Potenziale in der Planung und Ausführung logistischer Prozesse ungenutzt lässt.

3 Forschungsbedarf und Aufgabenstellung

3.1 Forschungsbedarf

Basis für die Entwicklung und Realisierung effektiver und effizienter Logistiksysteme ist ein geeignetes *Planungsvorgehen*, welches den Planer oder das Planungsteam in die Lage versetzt, für eine gegebene logistische Aufgabe eine gute Lösung zu erarbeiten (siehe Abschnitt 2.3). Um zu entscheiden, was eine Lösung zu einer guten Lösung macht, müssen dem Planungsteam *Planungsziele* vorgegeben sein, die ihm zur Bewertung und Orientierung dienen (siehe Abschnitt 2.4). Damit sichergestellt ist, dass die Zielgrößen der Logistikplanung im Einklang mit der Unternehmenszielsetzung stehen, sind die Logistikziele aus der übergeordneten *Unternehmensstrategie* abzuleiten. Dieser Dreiklang aus Unternehmensphilosophie, Planungszielen für die Logistik und strukturiertem Vorgehen für die Logistikplanung bildet die Grundlage für effektives und effizientes Arbeiten in der Logistikplanung (Abbildung 3-1).

Neben der Existenz dieser drei Instanzen ist deren logischer Zusammenhalt entscheidend für die Wirksamkeit im Unternehmen. Die Planungsziele für die Logistik müssen eine Konkretisierung und Ausgestaltung der Unternehmensstrategie bilden, um im Bereich der Logistik wirkungsvoll zum Unternehmensziel beizutragen und das Planungsvorgehen muss diese Zielgrößen einbinden und sicherstellen, dass mit fortschreitender Planung auch die gewünschten Ziele erreicht werden.

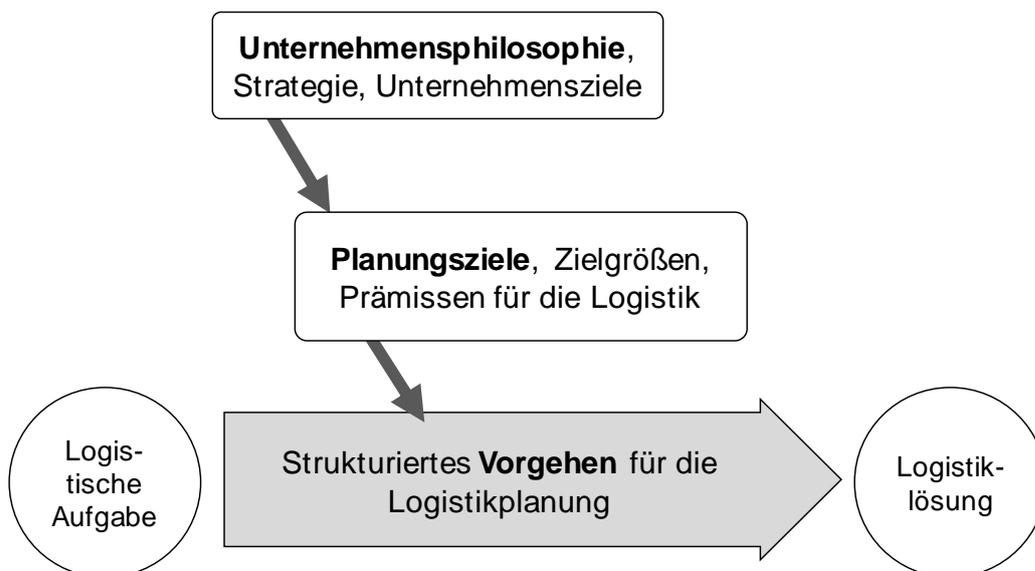


Abbildung 3-1: Zusammenspiel von Philosophie, Zielen, Planungsvorgehen

Konventionelle Logistikplanung

Die konventionelle Logistikplanung fußt auf einem strukturierten Planungsvorgehen, welches sich durch ein gestuftes Vorgehen in Planungsphasen auszeichnet, innerhalb derer verschiedene Planungsansätze Verwendung finden können (vgl. Abschnitt 2.3). Die formulierten Zielgrößen der Logistik bilden in Summe kein widerspruchsfreies Zielsystem (vgl. Abschnitt 2.4), was die Orientierung im Planungsprozess erschwert und Entscheidungen im Einzelfall stark von den Meinungen, Präferenzen und Erfahrungen des konkreten Planers oder Planungsteams abhängig macht. Die Eingliederung der Logistikziele in die Unternehmensstrategie erfolgt nicht explizit. Manche Quellen (z. B. [Küp-2004, S. 22], [VDI 3637, S. 3], [Ehr-2006, S. 32]) verweisen auf die Einbindung in die übergeordneten Ziele. Nimmt man die klassischen Unternehmensziele Wirtschaftlichkeit und Produktivität als Basis, so ist natürlich eine Verknüpfung zu den Logistikzielen erkennbar. Eine Herleitung aller logistischen Zielgrößen über eine unternehmensspezifische Philosophie oder Strategie ist jedoch nicht möglich. Betrachtet man also die klassische Logistikplanung mit ihren Zielstellungen, so fehlt die oben formulierte logische Verknüpfung zwischen den übergeordneten Zielen und den Logistikzielen, was eine Entwicklung von zielgerichteten Logistiklösungen erschwert.

Lean Management

Im Umfeld von Lean Management existiert eine Vielzahl von Methoden und Werkzeugen zur Gestaltung schlanker Prozesse, die meist ihren Ursprung im Bereich der Produktion haben, so z. B. Jidoka, Kaizen, Andon, Kanban, SMED, Visuelles Management, 5S oder 5 W. Auch die moderne Six-Sigma-Toolbox enthält eine Sammlung von (Lean-)Werkzeugen, die im Rahmen eines Verbesserungsprozesses angewendet werden können (z. B. [Har-2005]). Diese Werkzeuge sind lose in ein strukturiertes Vorgehen eingebunden, das als DMAIC-Zyklus bezeichnet wird. DMAIC steht dabei für Define, Measure, Analyze, Improve, Control bzw. Definieren, Messen, Analysieren, Verbessern, Steuern [Mer-2012, S. 8]. *Meran et al.* fassen zusammen: „DMAIC ist systematischer, strukturierter, gesunder Menschenverstand“ [Mer-2012, S. 8]. Diesen Anspruch hat auch der Deming-Kreis oder PDCA-Zyklus, der die Phasen Plan, Do, Check, Act bzw. Planen, Durchführen, Prüfen, Handeln aneinanderreihet, um Verbesserungen zu erzielen [Dem-2000, S. 88]. Auch hier steht der Kreis oder Zyklus für ein fortwährendes Streben nach Verbesserung. Bei der Planung von Logistikprozessen sind diese Zyklen natürlich prinzipiell ebenfalls anwendbar. Sie bieten jedoch für diese umfassende Aufgabe im Konkreten kaum Hilfestellung, um zielgerichtet und schnell eine gute Logistiklösung zu erarbeiten. Es bedarf eines strukturierten Vorgehens für die Logistikplanung, das die für die Logistik

relevanten Lean-Ziele berücksichtigt bzw. verfolgt. Ein solches Vorgehen ist bislang nicht beschrieben.

Die Philosophie des Lean Management basiert auf der unbedingten Fokussierung auf den vom Kunden gewünschten Wert und die dazu notwendige Wertschöpfung. Entscheidend ist außerdem die langfristige Betrachtung des Unternehmens und aller Entscheidungen im Sinne des Unternehmens (vgl. Abschnitt 2.2). Die Ansätze Lean Management und Lean Production basieren auf dem Toyota-Produktionssystem, welches *Womack et al.* intensiv studiert haben, um das Erfolgsrezept des japanischen Automobilherstellers zu entschlüsseln und für andere Unternehmen verständlich zu machen [Wom-1994], [Wom-2004], [Wom-2006]. Ziel war es, die im Toyota-Produktionssystem dokumentierten Verfahren und Grundsätze, die gelebten Routinen und Denkweisen der Mitarbeiter in den Toyota-Werken und die „von Ohno gemachten, zum Teil subtilen Aussagen“ (Vorwort zu [Ohn-2009, S. 20]) grundlegend zu verstehen und so zu dokumentieren, dass sie auch für westliche Firmen anwendbar werden. *Womack und Jones* beschreiben dazu 1996⁹ die fünf Prinzipien des Lean-Thinking: Wert, Wertstrom, Flow, Pull, Perfektion [Wom-2004, S. 23–120]. Diese bilden seither die Grundgedanken schlanker Produktionssysteme. Ergänzt werden die fünf Prinzipien von einer Vielzahl weiterer Grundsätze, die einzelne Autoren aus dem Vorgehen Toyotas ableiten. So beschreibt z. B. *Liker* 14 Managementprinzipien des japanischen Herstellers [Lik-2004], *Yagyu* sieben Punkte der synchronen Produktion [Yag-2007] und *Klug* acht Basisprinzipien einer schlanken Logistik [Klu-2010, S. 256]. Diesen Prinzipien, die einen ganzheitlichen Ansatz widerspiegeln, sind in den 1980er und 1990er Jahren Interpretationen vorangegangen, die sich v. a. auf die Bestandssenkung konzentriert, wie die vier Erkenntnisse von *Wildemann* [Wil-1992, S. 22–28]. Es ist eine große Fülle von Büchern und Artikeln zur Umsetzung schlanker Prozesse in der Industrie veröffentlicht, die vielfach die Ideen Toyotas wiedergeben, versuchen diese zu interpretieren oder deren Übertragung und Umsetzung in der Praxis beschreiben. Diese konzentrieren sich überwiegend auf die Produktion im Unternehmen, da diese in Bezug auf eine Wertschöpfungsorientierung der naheliegende Unternehmensbereich ist. In der Produktion werden die Werte geschaffen, die der Kunde im Anschluss kaufen wird oder soll. Ein Zielsystem oder ein Satz von Prinzipien für die Logistikplanung, die im Einklang mit der Lean-Philosophie eines Unternehmens stehen, ist bisher weder in der Praxis etabliert noch in der Literatur zu finden.

⁹ Die Originalausgabe von *Lean Thinking* ist 1996 beim Verlag Simon & Schuster, New York erschienen.

3.2 Aufgabenstellung

Entwickelt aus der Problemstellung und bestätigt durch die Forschungslücke lautet die forschungsleitende Frage dieser Arbeit:

Wie wird ein schlanker Logistikprozess geplant und welches Vorgehen, welche Werkzeuge sind geeignet?

Um ein derartiges Planungsvorgehen zu entwickeln, müssen aus der Lean-Strategie abgeleitete Logistikziele existieren und klar formuliert sein. Dazu sind folgende Fragen zu beantworten:

Was sind die Zielgrößen einer Logistikplanung im Sinne einer Lean-Strategie?
Wie können die Zielgrößen und Wirkmechanismen aus der Lean Production und der Managementphilosophie Lean Thinking auf die Logistik übertragen werden?

Damit das Vorgehen zur Planung schlanker Logistikprozesse breite Anwendung in der Praxis finden kann und das darin gebündelte Wissen erhalten und vermittelt werden kann, sind die Fragen zu klären:

Wie kann ein solches Planungsvorgehen vermittelt und zugänglich gemacht werden? Welche Hilfsmittel sind notwendig?

Aus den aufgezeigten Unzulänglichkeiten innerhalb der konventionellen Logistikplanung und der Vorgehensweise des Lean Thinking in Bezug auf ein ganzheitliches Zusammenspiel und eine optimale Planungsunterstützung bezüglich der in Kapitel 2 diskutierten Aspekte ergeben sich für die in dieser Arbeit zu entwickelnden Zielgrößen schlanker Logistikprozesse, das Vorgehen zur Planung sowie die Methoden zu dessen Vermittlung folgende Anforderungen (Tabelle 3-1):

Gefordertes Ergebnis und zu beantwortende Fragestellung inkl. Anforderungen	Kap.
<p>Zielgrößen für die Logistik</p> <p>Was sind die Zielgrößen einer Logistikplanung im Sinne einer Lean-Strategie?</p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> (a) Die Logistikziele bilden eine Konkretisierung und Ausgestaltung der Unternehmensphilosophie Lean Thinking. (b) Sie schaffen Orientierung bei der Planung logistischer Prozesse, d. h. sie eignen sich als Kriterien zur Bewertung von Lösungen. (c) In Summe bilden die Logistikziele ein konsistentes Zielsystem durch Widerspruchsfreiheit der Einzelziele. 	4
<p>Vorgehen für die Logistikplanung</p> <p>Wie wird ein schlanker Logistikprozess geplant?</p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> (a) Das Planungsvorgehen verfolgt aktiv die aus der Lean-Unternehmensphilosophie bzw. den übergeordneten Unternehmenszielen abgeleiteten Logistikziele. (b) Die bewährten Ansätze aus der konventionellen Logistikplanung finden Berücksichtigung. (c) Die Erkenntnisse aus dem Bereich Lean Management finden in das Vorgehen Einzug und werden für die Logistik konkretisiert oder operationalisiert. (d) Das Vorgehen umfasst die Logistikgrobplanung von der Aufgabenstellung bis zum logistischen Wertstrom. (e) Das Planungsvorgehen selbst ist strukturiert, vollständig, nachvollziehbar und verständlich. Es unterstützt den Planer in der Praxis. (f) Das Planungsvorgehen beinhaltet Vorgaben zur Dokumentation der wesentlichen Planungsentscheidungen und des Planungsergebnisses. Ziel ist es die Planung vollständig, nachvollziehbar und verständlich zu dokumentieren. (g) Das Vorgehen erhöht die Planungseffektivität und -effizienz durch die Schaffung eines Standards zum Vorgehen und zur Dokumentation der Planungsergebnisse in der Logistikgrobplanung. (h) Das Planungsvorgehen sieht die Möglichkeit vor verallgemeinerbare Erkenntnisse und Erfahrungen zur Grobplanung zu ergänzen, um möglichst viel implizit vorhandenes Logistikkwissen zu explizieren sowie zugänglich und nutzbar zu machen. 	5
<p>Einführung schlanker Logistikplanung im Unternehmen</p>	6

Wie kann ein solches Planungsvorgehen vermittelt werden?

- (a) Die Methoden zur Vermittlung des Planungsvorgehens müssen für die Zielgruppe der Logistikplaner geeignet sein.
- (b) Die Inhalte müssen verständlich und strukturiert dargelegt werden.
- (c) Die Methoden sollen möglichst geringe Hürden für den Einsatz in der betrieblichen Praxis mit sich bringen. Dies betrifft z. B. Zugänglichkeit, Zeitaufwand und Akzeptanz im Unternehmen.
- (d) Die Dokumentation des Planungsleitfadens bietet eine Möglichkeit zur Ergänzung weiterer Inhalte.

Tabelle 3-1: Übersicht über die Forschungsfragen und die zugehörigen Anforderungen

4 Zielgrößen schlanker Logistikprozesse

Ein widerspruchsfreies Zielsystem bildet, wie in den Abschnitten 2.4 und 3.1 dargelegt, die notwendige Basis für die Planung von Logistiksystemen. Gemäß der Zielsetzung dieser Arbeit soll die Lean-Philosophie zur Vorgabe genommen werden. Aus diesem Unternehmens- bzw. Management-Ansatz, der im Grunde eine Konkretisierung des klassischen Unternehmensziels der (langfristigen) Wirtschaftlichkeit darstellt, gilt es konsistente Einzelziele für die Logistik abzuleiten bzw. zu entwickeln.

Grundlage für die im Folgenden vorgestellten zehn Leitlinien schlanker Logistik¹⁰, die in Summe das geforderte Zielsystem für die Logistik bilden, sind die aus der Literatur bekannten Prinzipien, Leitlinien oder Ziele, die zur Charakterisierung schlanker Prozesse dienen. Diese haben (in unterschiedlicher Zusammenstellung) auch Einzug in zahlreiche „Schlanke Produktionssysteme“ gehalten und finden über diesen Weg in der Praxis Anwendung. Eine umfassende Recherche führte zu einer Sammlung von Lean-Grundsätzen, die in der Abbildung 4-1 dargestellt sind ([Gol-1991], [Ohn-1987], [Wom-2004], [Lik-2004], [Klu-2010], [Toy-2010], [LEA-2010], [Fur-2012b])¹¹.

Die Prinzipien wurden im Anschluss auf Basis ihrer Wirkzusammenhänge strukturiert und in einem Workshop mit sieben Logistikexperten aus dem Umfeld der Automobilindustrie im Rahmen des Forschungsprojekts LEAN:log¹² hinsichtlich ihrer Wichtigkeit bei der Logistikplanung bewertet. Zahlreiche Diskussionen in dieser Runde über das Verständnis von den Aufgaben und Zielen von Logistik und die Auslegung von Lean Management für die Logistik unterstützten die fundierte Ableitung von Leitlinien und deren Interpretation für die Logistikplanung im Rahmen der vorliegenden Arbeit.

Angelehnt an die Hermeneutik¹³ konnte auf diese Weise ein wirkliches Verstehen der Lean-Prinzipien gelingen, was für die Überführung in den Bereich logistischer Pro-

¹⁰ Für die Zielgruppe Logistikplaner in der Praxis hat die Autorin die Leitlinien schlanker Logistik in [Gün-2013b] und [Dur-2014b] vorgestellt.

¹¹ Den genannten Quellen können die aufgezeigten Prinzipien unmittelbar entnommen werden. Weitere Quellen benennen die gleichen Prinzipien teilweise wortgleich, teilweise in anderer Umschreibung. Diese sind hier nicht explizit aufgeführt.

¹² Das Forschungsprojekt *LEAN:log – Lösungen für Effizienzsteigerungen in automobilen Netzwerken durch Logistik* wurde am Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik der Technischen Universität München zusammen mit sieben Partnern aus der industriellen Praxis zwischen 01.10.2009 und 31.09.2012 bearbeitet und von der Bayerischen Forschungstiftung gefördert.

¹³ „Hermeneutik – abgeleitet vom griechischen Verb hermeneuein (deuten, auslegen, erklären) – wird gemeinhin als *Lehre vom Verstehen* übersetzt. Allgemein betrachtet geht es darum ein Phänomen

zesse unbedingt notwendig war. So ist sichergestellt, dass der Kern der Ideen Toyotas in den Leitlinien schlanker Logistik enthalten, richtig interpretiert und nicht durch Oberflächlichkeit verloren gegangen oder verwässert ist. Die folgenden Abschnitte behandeln im Einzelnen die in der Arbeit entwickelten Zielgrößen schlanker Logistik.



Abbildung 4-1: Sammlung von Lean-Prinzipien

4.1 Leitlinie 1: Auf den Wert konzentrieren



Kernaufgabe produzierender Unternehmen ist das Herstellen von Produkten. Es gilt aus Rohmaterial, das von Lieferanten bezogen wird, Fertigprodukte zu erzeugen, die an Kunden weitergegeben werden. Ziel ist es den Wert der Erzeugnisse auf ihrem Weg durch die Fabrik zu steigern, um darüber die Kosten zu decken und Gewinn zu erwirtschaften. Dieser Vorgang der Wertschöpfung – so die übliche Deutung – findet in der Produktion statt. Logistik, so behaupten u. a. viele „Lean-Autoren“, ist *nicht* wertschöpfend [Bau-2004, S. 28]. Nun stellt sich die Frage: Kann das Wertprinzip auf die Logistik übertragen werden, die Waren bewegt, sortiert, verteilt oder puffert, jedoch nicht verändert?

(vor einem bestimmten Kontext) als *sinnhaft* zu deuten und diesen Sinn auszulegen, zu entschlüsseln, zu rekonstruieren – eben *zu verstehen*.“ [Kna-2007, S. 302]

Auf der Suche nach den Wurzeln von Logistik schauen *Klaus und Müller* zurück: "In historical order, it was the famous 19th century economist Alfred Marshall who first drew attention to the point, that there are several ways to satisfy customer needs. The obvious, traditional answer, which guided most economists' thinking in the past, was 'producing things' (only nature can). Marshall made it clear that 'man cannot create material things'. He helped us to understand how value and utility are created beyond making resp. manufacturing products: by moving things to places and points in time, by arranging them in quantities and assortments that things are perfectly accessible und usable for customers. He discussed those value creating activities, which we now call logistics" [Kla-2012, S. 65]. *Klaus und Müller* beziehen sich auf Marshalls Aussagen: „Der Mensch ist nicht in der Lage materielle Dinge zu erschaffen. [...] Er kann nur Nützlichkeiten, Nutzwerte schaffen, d. h. Dinge in eine Form bringen, die dem Menschen nützlich ist und seine Wünsche erfüllt. [...] alle Anstrengungen des Menschen resultieren in einer Veränderung der Form oder Zusammensetzung von Dingen, um damit Wünsche besser zu befriedigen.“ ([Mar-1959, S. 53], übersetzt a. d. Engl.)

Eine angepasste Wertdefinition ist daher schon lange notwendig. Neben den grundsätzlichen, fast philosophischen Überlegungen Marshalls ist uns klar, dass der Wert eines Produkts aus Sicht des Kunden, des (zukünftigen) Besitzers und Nutzers, neben den Produkteigenschaften auch die Tatsache umfasst, dass er über den Gegenstand verfügen kann, d. h. dass er die Möglichkeit hat ihn zu nutzen. Für den Kunden ist neben dem Produkt auch der richtige Ort, die richtige Zeit, die richtige Menge und Qualität von Bedeutung. Dieses Gesamtpaket möchte er zu angemessenen Kosten erhalten. Dessen ist sich die Logistik im Grunde schon lange bewusst: Wirtschaftlicher Wert entsteht aus der Kombination von Produktion und Logistik [Kla-2012, S. 7].

Der Kundenwert besteht also aus zwei Elementen: aus einem Teil Ware und einem Teil Service. Einen Teil der Serviceleistung erbringt die Logistik, indem sie die Ware richtig (im Sinne der fünf oder sechs R der Logistik, inkl. Kosten) bereitstellt. Die Erfüllung des Kundenwerts ist oberstes Ziel wertschöpfungsorientierten Handelns. Lean Thinking betont, dass das Erkennen des wahren Kundenwerts den schwierigen ersten Schritt darstellt [Wom-2004, S. 41-49]. Dies gilt für die Produktion wie für die Logistik. Ziel schlanker Unternehmen muss es sein, den wahren Wert für den Kunden zu ermitteln und zu begreifen, um auch die Abläufe in der Logistik vollständig darauf auszurichten. Wenn das Produkt hybrid ist, also aus Ware und Service besteht, setzt sich auch der Wert aus Warenwert und Servicewert zusammen. Während sich die Produktionsprozesse auf die Erhöhung des Warenwerts konzentrieren, erhöht die logistische Leistung den Servicewert des Produkts [Kle-2010]. Diesen Aspekt fokussiert auch Ohnos Just-in-Time-Prinzip, das besagt, dass die benötigten

Güter in der richtigen Menge zur richtigen Zeit an den Bedarfsort fließen [Kla-2012, S. 173].

Eine Erhöhung des Wertschöpfungsanteils ist gleichbedeutend mit einer Reduktion von Verschwendung, denn der Gesamtaufwand in einem Unternehmen setzt sich aus wertschöpfenden und nicht wertschöpfenden Tätigkeiten zusammen. Die wertschöpfenden Prozesse erzeugen den Wert, an dem der Kunde wirklich Interesse hat und für den er bereit ist zu zahlen. Die logistischen Prozesse bilden hier keine Ausnahme, auch sie setzen sich aus Wert und Verschwendung zusammen (Abbildung 4-2). Für den Servicewert, der aus den Logistikaktivitäten für den Kunden entsteht, ist dieser bereit Geld auszugeben. Den zusätzlichen logistischen Aufwand aufgrund logistischer Verschwendung gilt es im Sinne des Kunden und des Unternehmens zu reduzieren, im besten Fall zu eliminieren.

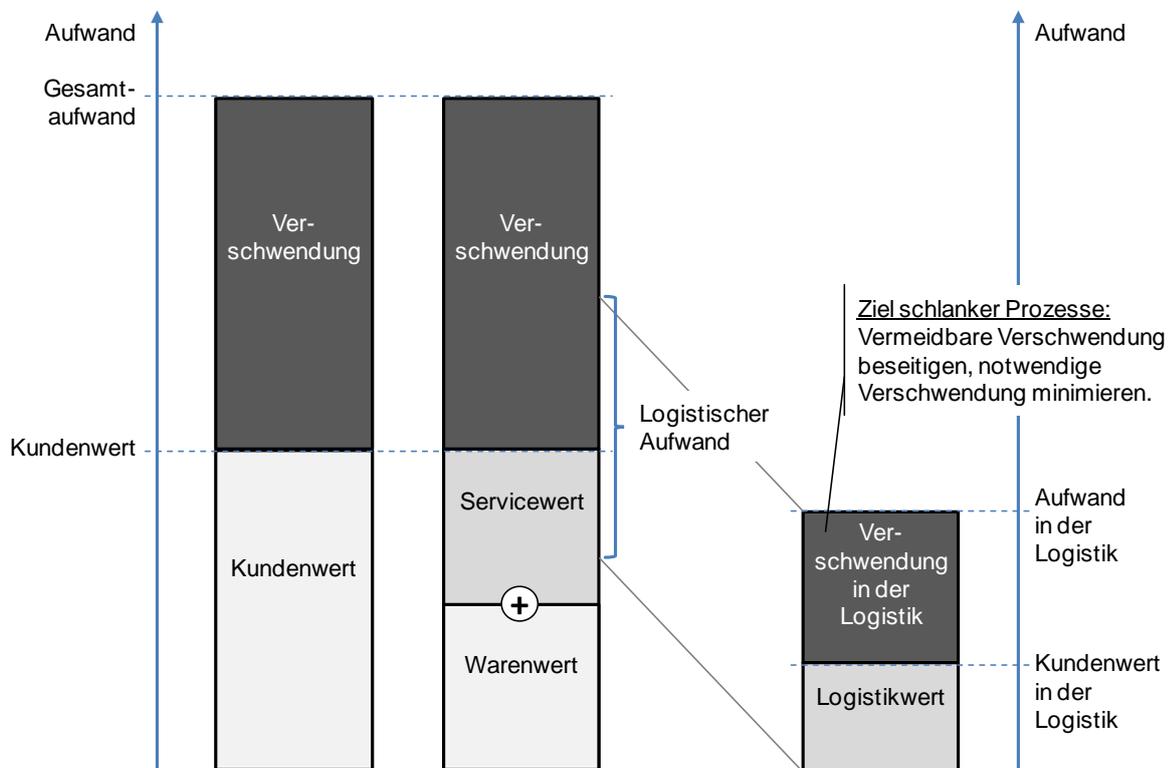


Abbildung 4-2: Zusammenhang von Gesamtaufwand und logistischem Wert

Die Logistik betrachtet jede logistische Aufgabe oder jeden Auftrag in den fünf Dimensionen Produkt, Ort, Zeit, Menge und Qualität. In der Definition *Jünemanns*, die in der Logistik Allgemeingültigkeit hat, gilt es jede Dimension „richtig“ zu erfüllen [Jün-1989, S. 18]. Der Logistikplaner muss also wissen oder in Erfahrung bringen, was „richtig“ für seine Planungsaufgabe bedeutet, was das richtige Produkt, welcher der richtige Ort, der richtige Zeitpunkt, was die richtige Qualität und welche die richtige Menge ist. Diese Festlegung trifft grundsätzlich der Endkunde, der am Ende alle Aufwände, die für sein Produkt angefallen sind, bezahlt. Doch bereits während der

Produktentstehung überwindet das Produkt eine Vielzahl von Kunden-Lieferanten-Beziehungen. In der Wertschöpfungskette ist jedes Unternehmen und jede Arbeitsstation Kunde und Lieferant. Jeder Prozessschritt muss den nachgelagerten Prozess als seinen Kunden betrachten, der auf die ordnungsgemäße Erfüllung der vorherigen Aufgabe angewiesen ist [Gen-1999, S. 60f.]. Für logistische Prozesse bedeutet dies: Der nachgelagerte Prozess ist der Kunde. Er bestimmt auf Basis des durch die nachgelagerten Prozesse widergespiegelten Endkundenwerts, was für ihn „richtig“ ist. Damit legt er den Wert fest, an dem die Prozesse auszurichten sind.

Der Wert, der als Ergebnis eines logistischen Prozesses auf Kundenseite entstehen soll, ist beschrieben durch den Auftrag bestehend aus den Angaben

- Produkt (z. B. Bauteil in vier Varianten, Verteilung 25 : 60 : 10 : 5),
- Ort (z. B. Montageband 7b, Takt 30R),
- Zeitpunkt (z. B. Taktzeit 30 s),
- Menge (z. B. zwei Teile einer Variante) und
- Qualität (z. B. behälterlose Bereitstellung in Sequenz im Spezialgestell).

Den logistischen Auftrag zu erfüllen bzw. den Wert zu erzeugen ist gleichbedeutend mit dem Erreichen von *Effektivität*. Hier wird das Richtige getan. Im Einzelfall kann es sein, dass auch die Zielkosten vom Kunden vorgegeben sind. Dann beinhaltet der Auftrag die sechs R der Logistik, d. h. die vorangegangenen fünf R und die richtigen Kosten. Meist ist es jedoch Vorgabe mit möglichst geringem Aufwand oder Ressourcen das Ziel zu erreichen, also *effizient* zu sein, ohne klare Anweisung, welche Effizienz gefordert ist. Für die Logistik betont *Baudin*, dass Effektivität, d. h. der Wert, unbedingt im Vordergrund stehen muss, denn „If there is one forklift driver too many, the cost to the organization is in the tens of thousands of dollars per year, but shortages of parts can cost millions.“ [Bau-2004, S. 30]

4.2 Leitlinie 2: Am Wertstrom orientieren



Das Bild des Wertstroms verdeutlicht, dass ein Produkt viele Stationen durchläuft, in denen sein Wert erhöht wird, um am Ende der Kette den vom Kunden gewünschten Wert zu erhalten. Der Wertstrom umfasst alle Prozessschritte, die durchgeführt werden, um ein Produkt (bestehend aus Waren- und Servicewert) zu entwickeln, zu produzieren und zum Kunden zu bringen. Bezogen auf die Logistikprozesse, die sich aus Material- und Informationsflüssen zusammensetzen, kann der Wertstrom in wertsteigernde Prozessschritte, die den Wert in den Augen des Kunden erhöhen, Schritte, die gegenwärtig notwendig, jedoch nicht wertsteigernd sind, und Schritte, die eindeutig Verschwendung sind, gegliedert werden (Abbildung 4-3).

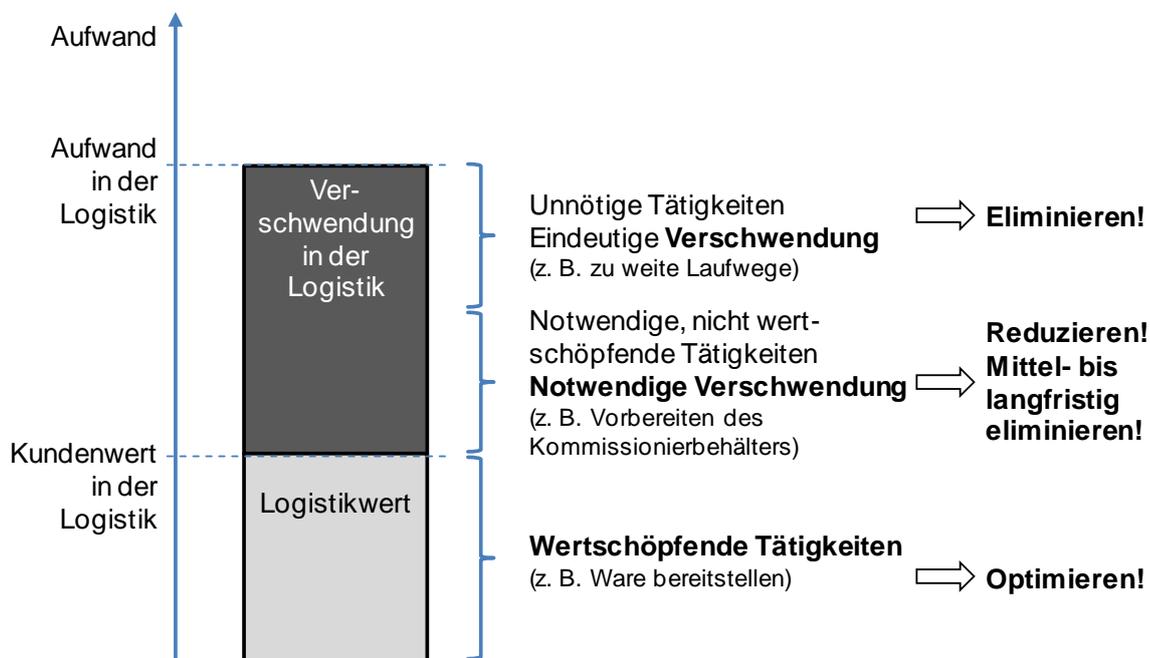


Abbildung 4-3: Gliederung von wertschöpfenden Tätigkeiten und Verschwendung

Ohno definiert Verschwendung über die Gleichung:

$$\text{„Gegenwärtige Kapazität} = \text{Arbeit} + \text{Verschwendung“ [Ohn-2009, S. 51]}$$

Um schlanke Prozesse zu erzielen, muss eindeutige Verschwendung beseitigt und notwendige Verschwendung auf ein Minimum verringert werden. Notwendige Verschwendung entsteht, wenn die wertschöpfenden Prozesse nicht optimal gestaltet werden (können) und deshalb zu deren Ausführung weitere, nicht direkt wertschöpfende Tätigkeiten nötig sind. So kann das Befestigen eines Belegs an einem Kommissionierbehälter im Moment notwendig sein, zukünftig sollten Prozess, Beleg oder Behälter jedoch so umgestaltet werden, dass ein Einlegen des Zettels ausreicht, falls

dieser überhaupt noch gebraucht wird. Die Optimierung von wertschöpfenden Prozessschritten geht oftmals einher mit der Reduktion notwendiger Verschwendung.

Ziel ist es einen Wertstrom mit großem Wertschöpfungsanteil zu erhalten. Die Gliederung in Wertschöpfung und Verschwendung unterstützt diese Vorgabe. Es gilt (notwendige und vermeidbare) Verschwendung und damit Optimierungspotenziale sichtbar zu machen und offen zu diskutieren, um durch kontinuierliche Weiterentwicklung schlanke und dadurch effektive und effiziente Prozesse zu erreichen.

Um Verschwendung einfach zu entdecken, definiert *Ohno* für die Produktion sieben Arten der Verschwendung („in Form von Überproduktion, in Form von Wartezeiten, beim Transport, bei der Bearbeitung selbst, im Lager, in Form überflüssiger Bewegungen, in Form von defekten Produkten“ [Ohn-2009, S. 52]), die für die Logistik adaptiert werden können. Die sieben Arten der Verschwendung in der Logistik treten auf durch

1. *Überlieferung*



Die Ware wird zu früh geliefert. Obwohl der Kunde oder nachfolgende Prozessschritt die Ware erst später erhalten möchte und benötigt, bringt der Lieferprozess das Material bereits. In der Folge muss der Kunde die Ware puffern und bewegen. Es entstehen Aufwand und Kosten.

2. *Wartezeiten*



Der Mitarbeiter wartet bis der vorgelagerte Prozess abgeschlossen oder das benötigte Material verfügbar ist bevor er seine Tätigkeit fortsetzen kann. Ein Mittel gegen Wartezeiten sind Gleichmäßigkeit bzw. das Prinzip „Prozesse in Fluss bringen“.

3. *Überflüssige Transporte*



Umstellen, mehrfaches Aufnehmen und Abstellen oder aus dem Weg Räumen von Ware sowie weite, ungünstige Wege verursachen überflüssige, vermeidbare Transporte.

4. *Undefinierte Prozesse*



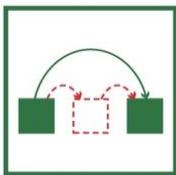
Fehlende Standards führen zu Suchzeiten, unnötigen Bewegungen und überlassen die Organisation der Arbeitsabläufe dem einzelnen Mitarbeiter, was Gleichmäßigkeit, Routine und effektives Lernen aus Fehlern behindert. Undefinierte Prozesse werden zu beliebigen Prozessen. Ohne Verantwortlichkeit und klare Anforderungen kann hohe Prozessqualität und prognostizierbare Effizienz nicht sichergestellt werden.

5. *(Überdimensionierte) Bestände*



Bestände verdecken Probleme entlang des Wertstroms, verlangsamen Prozessen und verursachen Kosten. Sie fangen Fehler ab und verhindern damit notwendige Prozessverbesserungen. Gleichzeitig kann das Vorhalten von Ware jedoch auch eine logistische Aufgabe sein, die der Kunde explizit fordert. In jedem Fall gilt es auch in der Logistik die Bestände auf ein Minimum zu reduzieren.

6. *Unnötige Tätigkeiten*



Vermeidbare Tätigkeiten, Handhabungsschritte oder Bewegungen treten oftmals in Verbindung mit anderen Verschwendungsarten auf, wie undefinierten Prozessen oder Überlieferung. Sobald der Zweck einer Handlung oder einer Bewegung in Bezug auf den Kundenwert nicht klar hervorgeht, kann es sein, dass Handhabungsschritte überflüssig sind, eine Vereinfachung möglich ist oder Doppelarbeit vermieden werden kann.

7. *Fehler bezogen auf die fünf Aspekte der Logistik (falsches Produkt, falscher Ort, falsche Zeit, falsche Menge, falsche Qualität)*



Der logistische Auftrag umfasst die fünf Aspekte Produkt, Ort, Zeit, Menge und Qualität. Jede Abweichung macht die logistische Leistung teilweise oder ganz zunichte und verschwendet damit Ressourcen.

Die sieben Arten der Verschwendung in der Logistik haben genau wie die klassischen Verschwendungsarten nach *Ohno* keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Überschneidungsfreiheit. Sie bieten eine Hilfestellung, um gezielt nach Schwachstellen und Optimierungspotenzialen zu suchen bzw. diese bei der Planung von Prozessen schon im Vorfeld zu vermeiden. Damit gehen sie in Bezug auf die Konkretheit über die Zielsetzungen der konventionellen Logistikplanung hinaus, befinden sich

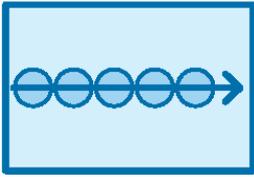
inhaltlich jedoch im Einklang mit den klassischen Forderungen, z. B. nach *Jünemann et al.*:

- “Minimierung der Herstellkosten und des Produktaufwandes
- Minimierung der Durchlaufzeiten und Bestände [...]
- Maximierung von Qualität und Lieferservice und die Einhaltung von Terminen“ [Jün-1989, S. 23]

Auch das Bewusstsein für die Bedeutung der Zeit im Zusammenhang mit Produktion und Logistik (siehe auch Abschnitt 2.4 Zeitorientierung), das inzwischen immer mehr Fuß fasst, spiegelt sich in den Verschwendungsarten und dem Begriff Wertstrom wider. Der Bestand von Roh-, Halbfertig- und Fertigwaren wird explizit in den Fokus genommen. Eine Verringerung des Bestands führt zu einer bedeutenden Verkürzung der Durchlaufzeit und ermöglicht damit höhere Liefertreue. Doch warum befindet sich so viel Bestand im Unternehmen? Um den Ursachen von Verschwendung auf den Grund zu gehen, rät ein bekanntes Lean-Vorgehen fünfmal „Warum?“ zu fragen [Lik-2004, S. 33]. In vielen Fällen wird man dann feststellen, dass ein großer Teil der Verschwendung nicht aufgrund eines einzelnen Prozessschritts entsteht, sondern aus dem Zusammenspiel von Prozessschritten, weil Abläufe, logistische Aufträge, Güter und Informationen nicht fließen.

Die Orientierung am Wertstrom bedeutet auch die Fertigungs- und Logistikstrukturen den Produkten oder Aufträgen anzupassen. Im Fokus stehen dann nicht mehr Abteilungen oder funktionale Bereiche, sondern die Wege und Abläufe, die zur Schaffung eines Produkts notwendig sind. Produkte, die gleicher oder ähnlicher Fertigungsabläufe bedürfen, werden dazu in Produktfamilien zusammengefasst. *Wildemann* spricht von der „direkte[n] Ausrichtung an Marktsegmenten“ [Wil-1992, S. 109] und prägt den Begriff der „Fertigungssegmentierung“. Ziel ist es, Kundenorientierung durch die Erfolgsfaktoren Kosten, Flexibilität, Qualität und Zeit zu erreichen, wofür produkt- oder auftragsorientierte Abläufe im Unternehmen notwendig sind. Mit Hilfe der Ausrichtung am Wertstrom gelingt es „in Teilbereichen das Prinzip der Flußoptimierung zu realisieren und diese Teilbereiche möglichst autonom zu steuern, um eine höhere Transparenz des Betriebsgeschehens zu erreichen“ [Wil-1992, S. 20].

4.3 Leitlinie 3: Prozesse in Fluss bringen



„Der wirtschaftliche Erfolg eines Unternehmens wird nicht allein durch rationelle Fertigungsverfahren bestimmt. Er hängt in entscheidendem Maße auch davon ab, wie schnell, reibungslos und wie kostengünstig die Materialien durch Produktion und Lager fließen.“ [VDI 2689, S. 1]

Leicht zu übersehen, liegt der Fokus dieser Aussage nicht nur auf „schnell“ oder „kostengünstig“, sondern auf dem Wort „fließen“. Denn Fluss ist das Geheimnis kostengünstiger und schneller Prozesse. Im Kern ist diese Tatsache schon lange im Bewusstsein der logistischen Fachwelt verankert, das belegen der Begriff Materialfluss oder die Ausführungen von *Jünemann et al.*: „Ziel des Materialflusses und der Logistik ist es, ein gleichmäßiges Fließen der Objekte mit möglichst hoher Durchflugeschwindigkeit in den Systemen zu erreichen. Dies ist vergleichbar mit einem Fluß: Es geht darum, daß das Wasser ohne Stausee und ohne Wasserfälle mit möglichst gleichbleibender Geschwindigkeit das Meer erreicht.“ [Jün-1989, S. 35]

Doch im Unterschied zum Ansatz des Lean Management tritt die Forderung nach Fluss in der konventionellen Logistikplanung oft hinter der nach hoher Auslastung oder Leistung zurück. Bei Toyota geht Fluss jedoch vor Auslastung. Im Sinne des Kunden gilt es das Produkt schnell und zielstrebig durch alle Prozesse zu führen, die zur Erzeugung des Werts notwendig sind [Lik-2004, S. 37]. Es gilt die typische Aneinanderreihung von Puffern oder Lagern und Transporten (inkl. der notwendigen Buchungsprozesse) zu hinterfragen und den Wertstrom am Kundenwert zu messen. Wartezeiten oder Transporte zwischen Puffern stellen keinen Wert für den Kunden dar.

Auf der anderen Seite ist auch Weiterarbeiten ohne Bezug zu einem konkreten Kundenauftrag ohne Wert für einen Kunden, weshalb ein gleichmäßiger Fluss der Aufträge durch die einzelnen Arbeitsschritte des Wertstroms die logische Lösung ist, um dem Zwiespalt zwischen Überlieferung (zu früher Lieferung) und Wartezeiten zu entgehen. Fließende Prozesse arbeiten gleichmäßig und aufwandsarm (vgl. [Wom-2004, S. 65f.]) und sind deshalb in der Lage kostengünstig Produkte herzustellen oder logistische Aufträge zu erfüllen. Ein gleichmäßiger Fluss harmonisiert die Abläufe, macht die Ankunft des nächsten Auftrags vorhersehbar, stellt sicher, dass der fertiggestellte Auftrag den Kundenprozess zum richtigen Zeitpunkt erreicht und ermöglicht kontinuierliches Arbeiten der einzelnen Prozessschritte. So verschwinden Abstimmungsprobleme zwischen den Prozessschritten und die Tätigkeiten innerhalb eines Prozessschritts können durch die bekannte Auftragslast optimal geplant und dann im Alltag kontinuierlich weiter verbessert werden. Gleichmäßigkeit ist gleichzei-

tig Voraussetzung und Folge von Standardisierung in den Abläufen (vgl. Abschnitt 4.7, Seite 66).

Ein Indikator für das Prinzip Fluss ist die Durchlaufzeit, d. h. die Zeitspanne, die ein Teil (aus einem logistischen Auftrag) benötigt, um alle Prozessschritte des Wertstroms zu durchlaufen und zum Kunden zu gelangen. Die Durchlaufzeit ist also die Summe aus allen Warte- oder Liegezeiten, Bearbeitungs-, Transport- und Handhabungszeiten eines Produkts. Jede Verschwendung schlägt sich auch in der Durchlaufzeit nieder und unterbricht den Fluss. An dieser Stelle wird bereits deutlich, dass die hier formulierten Leitlinien in Summe ein widerspruchsfreies Zielsystem bilden wollen, bei dem die Einzelziele ineinandergreifen und den Planer niemals vor eine „entweder-oder-Entscheidung“ stellen, bei der ein Ziel zugunsten eines anderen verletzt werden muss.

Henry Ford hat das Prinzip Fluss für die industrielle Massenfertigung entdeckt und konsequent in der Endmontage von Pkws eingesetzt. Ford konnte dadurch hohe Produktionszahlen bei geringen Kosten erreichen. Eine starke Arbeitsteiligkeit und damit einhergehend hohe Wiederholhäufigkeiten, kurze Takte und gleichförmige Tätigkeiten charakterisieren sein System der Fließmontage. Fords Ideen für ein Produktionssystem gehen über diese knappe Beschreibung jedoch weit hinaus. So schreibt er in seinem Buch *Today and Tomorrow* 1926 u. a.: „[...] die Industrie ist zum Dienste des Publikums da, von dem der Arbeiter nur ein Teil ist. Die höchste Aufgabe der Industrie zielt darauf ab, Körper und Geist von der Plackerei um die tägliche Notdurft zu befreien, indem vermehrte Produktion die Welt mit guten billigen Erzeugnissen anfüllt. Wieweit diese Produkte sich normieren lassen, ist eine Frage des einzelnen Fabrikanten“ [For-1926, S. 100]. Ford betont schon damals, dass der Produzent für den Markt produziert und selbst entscheiden muss, wie viele Varianten seines Produkts er herstellt. Toyota hat diese Vorgabe konsequent umgesetzt und das Fließprinzip für die Produktion kleiner Stückzahlen in vielen Varianten [Ohn-2009, S. 33], [Wil-1992, S. 20] sowie für den gesamten Wertstrom inkl. der zugehörigen Logistikprozesse weiterentwickelt.

Ziel fließender Prozesse ist natürlich (genau wie bei Ford) die Befriedigung des Kundenwunschs (Leitlinie 1: *Auf den Wert konzentrieren*) und damit bezogen auf Logistikprozesse die Erfüllung der fünf Aspekte der Logistik, die der Kunde bestimmt. Der oder die Kunden legen u. a. den Zeitpunkt und die Menge fest und definieren damit die Geschwindigkeit, mit der die Waren die Prozesse des Wertstroms durchfließen müssen, um diesen pünktlich zu verlassen. Handelt es sich um Aufträge, die Stückgut betreffen, so liegt der „kontinuierliche Fluss“ in Form diskreter Aufträge vor, die sich in einem gleichbleibenden zeitlichen Abstand durch die Kette bewegen. Die-

ser zeitliche Abstand heißt *Kudentakt* (siehe u. a. [Yag-2007, S. 45]). Ein optimales, reibungsfreies Zusammenspiel aller Tätigkeiten im Unternehmen entsteht durch die Synchronisation der Prozesse, d. h. durch ein Arbeiten im Gleichtakt, dem Kundentakt. Dieser stellt sicher, dass keine Verschwendung durch Übererfüllung geschieht und gleichzeitig alle Kundenwünsche rechtzeitig erfüllt werden.

Der Kundentakt errechnet sich in der Fertigung aus der Anzahl benötigter Fertigprodukte und der verfügbaren Arbeitszeit in einem bestimmten Zeitraum (vgl. u. a. [Klu-2010, S. 260], [Yag-2007, S. 45]).

$$\text{Kudentakt in der Produktion} = \frac{\text{verfügbare Arbeitszeit pro Tag}}{\text{benötigte Produkte pro Tag}}$$

Wenn pro Tag 48 Produkte verkauft werden können, beträgt der Kundentakt bei einer verfügbaren Arbeitszeit von acht Stunden (= 480 Minuten) zehn Minuten. Wenn alle zehn Minuten ein Produkt fertig gestellt wird, kann der Kundenbedarf genau erfüllt werden.

Der Kundentakt dient einer gleichmäßigen Geschwindigkeit entlang des Wertstroms und bildet nicht immer unmittelbar die Kundennachfrage ab. Durch die Verwendung des Kundentakts gelingt aber in jedem Fall eine Verstetigung der Bearbeitung der Aufträge auch bei unregelmäßigen Abrufen. An diesem Takt können alle Prozessschritte ausgerichtet werden. Er sorgt für Planungssicherheit und Transparenz im betrieblichen Alltag. Wichtig ist, dass der Kundentakt angepasst wird, sobald sich die Nachfrage oder das Kundenverhalten ändern, um den Zielen „Auf den Wert konzentrieren“ und „Am Wertstrom orientieren“ nicht zu widersprechen.

Unter anderem wenn die Aufträge für die Logistik aus der Produktion kommen, kann es sein, dass der Kunde tatsächlich in einem gleichmäßigen Takt beliefert werden will. Dies kann z. B. bei der Belieferung eines Montagebands der Fall sein, wenn der Takt ein Aspekt der Kundenanforderung ist. Arbeitet der Kunde nicht getaktet, muss wie in der Produktion ein künstlicher Takt ermittelt und angelegt werden.

Der Kundentakt in der Logistik kann analog zum Kundentakt in der Produktion errechnet werden (Abbildung 4-4).

$$\text{Kudentakt in der Logistik} = \frac{\text{verfügbare Arbeitszeit pro Tag}}{\text{zu erfüllende Kundenaufträge pro Tag}}$$

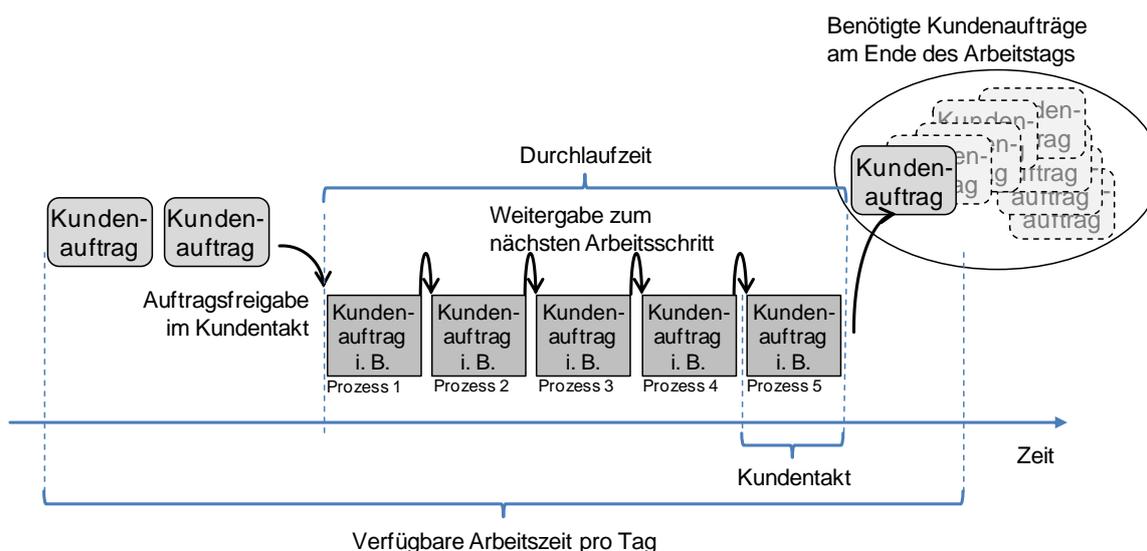


Abbildung 4-4: Wertstrom im Kundentakt

Anstatt der zu fertigenden Produkte ist in der Logistik meist der einzelne logistische Auftrag relevant. Der Auftrag bildet die Einheit, die sich durch die Prozesse bewegt. Die Anzahl an Teilen innerhalb der Logistikeinheit ist zunächst nachrangig. Wenn in den Logistikprozessen Bündelungen (auch beim Kommissionieren) oder Vereinzelungen vorkommen, kann der Takt des einzelnen Arbeitsschritts einem Vielfachen oder einem Bruchteil des Kundentakts entsprechen (siehe auch [Klu-2010, S. 263]). In Summe arbeiten dennoch alle Prozesse in einem gemeinsamen Kundentakt, der die Aufträge gleichmäßig durch den Wertstrom fließen lässt.

Klassische Logistikprozesse bestehen oft aus mehreren Lagerstufen mit zwischengeschalteten Transporten. Sowohl in den Lagern als auch bei den Transporten besteht die Gefahr von Flussunterbrechungen. In beiden Fällen befindet sich eine große Zahl von Aufträgen innerhalb eines Prozessschritts.

Bündelungen (z. B. bei der Bildung von Transportlosen) verfolgen fast immer das Ziel Effizienz durch Auslastung zu erreichen. Auch wenn zeitliche Aspekte wie Durchlaufzeit und Termintreue auch innerhalb der klassischen Logistik stärker in den Fokus rücken (siehe Abschnitt 2.4 Zeitorientierung), geraten die Nachteile von Bündelungen wie eine steigende Durchlaufzeit, verringerte Flexibilität und hohe Kapitalbindung durch Bestände schnell ins Abseits. Genau wie Bestand unterbricht die Bildung von (großen) Losen den Fluss und verhindert ein gleichmäßiges Arbeiten im Wertstrom. Das führt zu einer Vielzahl an Verschwendung, also an unnötig eingesetzten Ressourcen, und widerspricht wirtschaftlichem Arbeiten.

Lean Thinking propagiert deshalb den Einzelstückfluss oder One-Piece-Flow (u. a. [Sug-1977], [Wom-2004, S. 76f.], [Yag-2007, S. 201]) und damit ein Extremum vollkommen ohne Wartezeiten zwischen den einzelnen Prozessen, weil das Produkt

oder der Auftrag niemals in einem Stapel auf die Weiterbearbeitung warten muss. Dies verspricht maximale Flexibilität und Kundenorientierung. In der Logistik entspricht diese Vorgabe einem *One-Order-Flow* oder *Einzelauftragsfluss*.

Das Ziel des Prinzips Fluss ist die Erzeugung einer gleichbleibenden Arbeitslast innerhalb der Logistikprozesse, denn Unregelmäßigkeiten und Unvorhersehbarkeiten bedingen Sicherheiten in Form von Ressourcen. Sobald der Bedarf an Arbeitsleistung nicht bekannt ist, muss Personal eingeplant werden, das die erwartete Höchstlast erreichen kann, um den Kunden sicher zufriedenstellen zu können. Benötigt der (interne) Kunde eine geringere Zahl an Aufträgen oder Material, warten die (Reserve-)Mitarbeiter und es entsteht Verschwendung durch Warten. Ebenso werden Reserven in Form von Material, d. h. Bestände, und Arbeitsgeräten oder Maschinen vorgehalten, die ebenfalls nur im Extremfall wertschöpfend eingesetzt werden können und in der meisten Zeit Verschwendung darstellen. Schwankende Kundennachfrage muss also durch Reserven kompensiert werden, die nicht zur Wertschöpfung beitragen. Eine Glättung der Kundennachfrage, die Schaffung eines Kundentakts, das Arbeiten in kleinsten Losen (ein Auftrag je Los) und fließende Prozesse machen diese Reserven unnötig, reduzieren Verschwendung und erzielen damit Wirtschaftlichkeit.

Die Bearbeitung von Varianten von Aufträgen, die unterschiedliche Arbeitsumfänge haben, stellt ebenfalls eine Herausforderung dar, wenn Fluss realisiert werden soll. Die Vorgabe eines Takts für die Arbeitsschritte ist dann erschwert. Eine zeitliche gleich verteilte Einsteuerung der Varianten von Kundenaufträgen schafft die Möglichkeit trotzdem gleichmäßig zu arbeiten. Eine Kombination aus der Ausrichtung des Wertstroms am Kundentakt und der Glättung der Nachfrage in Bezug auf die Variantenverteilung kann fließende Prozesse schaffen. Die Schwankungen auf Kundenseite in Stückzahlen und Varianten werden vor der Auftragsfreigabe innerhalb des Wertstroms nivelliert, also ausgeglichen, so dass der logistische Wertstrom einen über den Arbeitstag homogenen Auftragsmix bearbeitet, der fließende Prozesse möglich macht. Die Kundenaufträge werden dazu neu geordnet und in regelmäßigem Takt an die Logistikprozesse übergeben. Auftragsspitzen werden nicht direkt an die Prozesse weitergeleitet, da sonst bei den Mitarbeitern das Gefühl entsteht, die vorgesehenen Ressourcen reichten nicht aus. Peaks werden in Einzelaufträge zerlegt und kontinuierlich freigegeben, um eine gleichmäßige (hohe) Auslastung der Arbeitsschritte zu ermöglichen.

Der Kundenwert beschränkt die Eingriffsmöglichkeiten zur Erzeugung eines gleichverteilten Auftragsprogramms, da stets sichergestellt sein muss, dass der logistische Wert in seinen fünf Dimensionen erfüllt wird. Gerade der Aspekt Zeit kann zu an-

spruchsvollen Anforderungen führen, die kaum Freiräume übrig lassen. Jede Anpassung der Auftragsreihenfolge macht einen zeitlichen Puffer notwendig, um Aufträge vorzuziehen oder zurückzustellen. Ist dieser z. B. bei Sequenzabrufen von einem Endmontageband äußerst gering, so bleibt sehr wenig Spielraum für eine Nivellierung innerhalb des Logistikprozesses. Hier hilft eine kooperative Zusammenarbeit mit dem Kunden der Logistik, um bei Bedarf einen gleichverteilten Auftragseingang und damit fließende Prozesse zu erreichen.

Gleichzeitig bringen getaktete Kundenprozesse große Vorteile mit sich, da ein realer Kundentakt existiert, der innerhalb der Logistikprozesse fortgeführt werden sollte. So kann es gelingen die fließenden Prozesse aus der Produktion in die Logistik zu übertragen und somit mehrere Abschnitte der Wertschöpfungskette zu synchronisieren und zum verschwendungsarmen Fließen zu bringen. Dazu ist eine konstruktive Zusammenarbeit aller Wertschöpfungspartner notwendig. Dieser Punkt ist als Einzelziel in der zehnten Leitlinie „In ganzheitlichen Prozessen denken“ formuliert, was ein weiteres Mal die enge Verzahnung der Teilziele des Zielsystems „Schlanke Logistikprozesse“ verdeutlicht.

4.4 Leitlinie 4: Ziehende Prozesse realisieren



Die logische Verknüpfung zwischen den Zielen „Wert“ und „Fluss“ resultiert in der Forderung nach ziehenden Prozessen¹⁴. Die Ausrichtung des Wertstroms am Kunden als oberstes Ziel bedeutet, dass die gesamte Kette auf Basis eines Kundenauftrags produziert. (Eine Bedienung des Kunden aus einem großen Fertigwarenlager ist aufgrund der Verschwendung in Form von Beständen nicht sinnvoll.) Der Ausdruck „ziehende Prozesse“ verdeutlicht nun, dass es entscheidend ist auf Aufträge, die vom flussabwärts befindlichen Kunden ausgehen, zu reagieren. Der Kunde *zieht* gemäß seines Bedarfs Material, Serviceleistungen und Logistikaufträge aus dem Wertstrom und alle Prozesse arbeiten nur aufgrund eines konkreten Kundenbedarfs. (Vergleiche auch [Lik-2004, S. 37], [Wom-2004, S. 85f.], [Oel-2000, S. 40].)

Dieses Prinzip gilt auch innerhalb des Wertstroms, der ganz im Sinne der Wertorientierung in eine Vielzahl an (internen) Kunden-Lieferanten-Beziehungen unterteilt werden kann. Jeder Prozessschritt erzeugt eine Leistung, die genau dem vom nachfolgenden Prozess geforderten Wert entspricht. Damit schaffen ziehende Prozesse für jeden einzelnen Prozessschritt Transparenz über die tatsächlichen Bedarfe und nur dadurch ist die Ausrichtung am Kundenwert, Zielorientierung und Verschwen-

¹⁴ Dieses Prinzip findet sich in der Literatur unter dem Begriff „Pull“ wieder.

dungsvermeidung möglich (vgl. [Sug-1977]). Genauso wie fließende Prozesse sind auch ziehende Prozesse auf geglättete Aufträge angewiesen, sonst entstehen überall nicht planbare Puffer [Ohn-2009, S. 65–66].

In der Logistik definiert jeder interne Kunde genau wie der externe Kunde des betrachteten Wertstroms den Wert in den fünf Dimensionen Produkt/Ware, Menge, Ort, Zeit, Qualität. Die Aufgabe des internen Lieferantenprozesses ist es diesen Wert, sobald ein Bedarf des internen Kunden vorliegt, verschwendungsfrei zu erzeugen. Jeder Prozessschritt arbeitet für den unmittelbaren Kundenprozess und aufgrund dessen konkreter Aufträge und gleichzeitig zieht jeder Prozessschritt seine Bedarfe vom vorgelagerten Lieferprozess. Damit der Kundenprozess nicht warten muss, existiert ein kleiner Puffer zwischen den Prozessen, der die Zeit bis zur Nachproduktion bzw. Nachbefüllung, d. h. die Wiederbeschaffungszeit überbrückt. Der Puffer wird jedoch ausschließlich *nach*befüllt, d. h. nur wenn ein Verbrauch durch den nachfolgenden Prozess stattgefunden hat, wird ein weiterer Auftrag durchgeführt und der Puffer wieder aufgefüllt.

An dieser Stelle bemerkt man, dass das Prinzip „Ziehende Prozesse realisieren“, interpretiert für interne Kunden-Lieferanten-Beziehungen mit den daraus resultierenden Zwischenpuffern, nicht vollkommen mit dem Ziel „Prozesse in Fluss bringen“ vereinbar ist. Jeder Zwischenpuffer unterbricht den Fluss, die Prozesse orientieren sich nur sehr lose am Kundentakt, kontinuierliches Arbeiten in den Prozessen ist nur bedingt möglich. Ziehende Prozesse (Pull-Prozesse) erfüllen also nicht pauschal die Forderungen von Fluss. Fließende Prozesse jedoch folgen insofern einer Pull-Steuerung, als dass sie unmittelbar für den Kundenbedarf arbeiten. Eine Prozesskette im Fluss verhält sich nach außen wie *ein* Prozess, der auf den Kundenauftrag reagiert und diesen erfüllt. Der Kunde zieht dann seinen Bedarf aus dem synchronisierten Gesamtwertstrom. Die Wartezeit für den Kunden entspricht der Auftragsdurchlaufzeit.

Von einer konventionellen Fertigung oder Organisation logistischer Prozesse kommend, erscheinen ziehende Prozesse jedoch als gute Lösung. Klassische Fertigungs- oder Logistikansätze arbeiten auslastungsorientiert und sehen deshalb eine Freigabe von Aufträgen nach dem Push-Prinzip (ohne Berücksichtigung des tatsächlichen Bedarfs der entsprechenden Kundenprozesse) sowie die Abarbeitung von Stapeln gleicher Aufträge (Lose) vor. Diese Auftragsstapel befinden sich dann zwischen den einzelnen Arbeitsstationen und bilden Bestände, d. h. Waren und Aufträge, die unproduktiv warten. (Vgl. [Yag-2007, S. 73–75], [Jün-1989, S. 25], [Sta-2012, S. 203], [Küp-2004, S. 39], [Dic-2009, S. 24].) *Ohno* beschreibt weiter: „Im Allgemeinen wird in einem Unternehmen *was*, *wann* und *wieviel* von der Planungsabteilung in

Form eines Arbeitsstartplans, Transportplans, Produktionsauftrags oder Lieferauftrags festgelegt, der im Werk kursiert. Bei der Anwendung dieses Systems wird der Zeitpunkt *wann* willkürlich festgelegt, und die Arbeiter meinen dann, es wäre egal, ob Teile zum angegebenen Zeitpunkt oder früher eintreffen.“ [Ohn-2009, S. 62]

Erklärtes Ziel der Push-Steuerung ist eine hohe Produktivität und Effizienz durch maximale Ressourcennutzung, d. h. hohe Auslastung. Im Sinne von Taiichi Ohno oder Toyota stellt sich die Frage: Was nutzt es etwas richtig zu tun, wenn nicht sichergestellt ist, dass das Richtige getan wird? Wie kann Effizienz ohne Effektivität erzielt werden? Wie kann ein Prozess, der schneller arbeitet als es für die Kunden notwendig ist, nutzbringend und damit wirtschaftlich sein, obwohl er Ressourcen verbraucht, bindet und verschleißt, ohne einen Kundenwert zu erzeugen?

Ohno und der Lean-Management-Ansatz folgen damit dem Leitgedanken, den auch der US-Ökonom *Peter Drucker* immer wieder in den Vordergrund stellte [Dru-1963], [Dru-1967]: Der unbedingte Zusammenhang zwischen Effektivität und Effizienz bzw. die Bedeutung von Effektivität ist vielleicht das entscheidende Charakteristikum des Lean Management.

Die Umstellung der (Logistik-)Prozesse auf eine Pull-Steuerung, d. h. die Realisierung ziehender Prozesse, stellt den ersten Schritt dar. Sie stellt sicher, dass effektiv gearbeitet wird, dass der Kundenwert im Fokus steht und „die richtigen Dinge“ getan werden [Dru-1971, S. 7]. Mit Hilfe einer Pull-Steuerung oder eines Kanbansystems können dann auch fließende Prozesse realisiert werden, denn ein optimales Kanbansystem hat die gleichen Eigenschaften wie fließende Prozesse: Ein Kanbansystem mit Einzelstückfluss, ohne Sicherheitsbestand und mit unmittelbarer Informationsweitergabe (d. h. keine Wartezeit für die Kanbankarte) entspricht perfekt fließenden Prozessen, die für hohe Effizienz sorgen. (*Sugimori et al.* sprechen von einem „ideal conveyor line system“ [Sug-1977, S. 562].) Ziehende Prozesse sind Voraussetzung für kundenorientierten und damit effektiven Fluss.

Für den Logistikplaner, der mit dem hier vorgestellten Zielsystem arbeiten soll, darf sich demnach nicht die Frage stellen „Fließende oder ziehende Prozesse?“, sondern „Wie viel Fluss kann ich erreichen, nachdem ich Pull realisiert habe?“ und „Wie kann ich die Prozesse immer besser zum Fließen bringen?“. (Siehe auch Leitlinie 5 „Perfektion anstreben“.)

Gestaltung eines möglichen Pull-Systems: Kanban

Ziehende Prozesse arbeiten genau nach dem Kundenbedarf, ein minimaler Puffer zwischen den Arbeitsschritten überbrückt die Nachfüll- oder Wiederbeschaffungszeit und der Lieferprozess arbeitet nur, wenn ein tatsächlicher Verbrauch (aus dem Puf-

fer) stattgefunden hat. So kann erreicht werden, dass keine (oder kaum) Verschwendung aufgrund von Beständen entsteht und die Kundenorientierung an erster Stelle steht. Toyota bezeichnet diese Art einer möglichen Steuerung nach dem Hol- oder Zieh-Prinzip als Kanban-Steuerung. Die Auftragsinformationen für den Lieferprozess befinden sich klassisch auf einer Karte¹⁵ (jap.: Kanban), die an den nachversorgenden Prozess weitergegeben wird, wenn Ware aus dem Puffer entnommen wird. Die Auftragsinformationen auf der Kanban-Karte umfassen mindestens

- Bezeichnung des Produkts
- Menge (Nachschubmenge, Behältertyp)
- Ort (Wiederbeschaffungsort bzw. Quelle und Zielort bzw. Senke) [Ohn-2009, S. 60f.], [Dic-2009, S. 181f.]

In der Logistik kann eine Kanban-Karte Transportprozesse aber auch kombinierte logistische Prozesse auslösen, wie z. B. einen Arbeitsgang aus Entpacken, Portionieren und Bereitstellen. Deshalb kann eine logistische Kanban-Karte auch Angaben zur geforderten Qualität oder notwendigen Arbeitsschritten enthalten. (*Ohno* nennt analog in der Produktion auch „Produktionsverfahren“ als Information auf der Kanban-Karte [Ohn-2009, S. 61].)

In Summe benötigt der Lieferprozess Informationen zu allen fünf Aspekten des logischen Auftrags. Den fehlenden Aspekt Zeit, d. h. den gewünschten Zeitpunkt, zu dem die Ware verfügbar sein bzw. wann der Auftrag ausgeführt werden soll, legt der Kundenprozess durch den Zeitpunkt der Entnahme aus dem Puffer fest. Dieser Vorgang löst den Kanban-Auftrag aus, der in der Regel unmittelbar auszuführen ist. Somit besteht eine zeitliche Kopplung zwischen den einzelnen Prozessschritten, die mit einem gewissen zeitlichen Toleranzbereich (Entkopplung durch den Puffer) den Kundentakt des Wertstroms abbildet. Das Bild vom internen Kunden-Lieferanten-Verhältnis konsequent fortführend, sind Kanban-Systeme auf höchste Prozess- und Produktqualität angewiesen. Der Kundenprozess kann und muss 100-prozentige Fehlerfreiheit erwarten. Die Kanban-Puffer überbrücken ausschließlich die Wiederbeschaffungszeit und bilden keine Reserve für Fehler oder unvorhergesehene Auftragsspitzen.

Neben der Versorgung des nachfolgenden Prozesses mit sortenreinen Behältern ist es in der Logistik auch möglich, mit Hilfe der Kanban-Logik Prozesse anzusteuern, die Aufträge mit unterschiedlichen Waren handhaben. Als Nachschub wird dann

¹⁵ Die Informationen können genauso in Form eines gekennzeichneten Behälters (Behälterkanban) oder elektronisch (E-Kanban) vorliegen.

nicht ein Behälter gleichen Inhalts ausgelöst, sondern ein gleichartiger Logistikauftrag (z. B. ein Kommissionierauftrag).

Eine ziehende Steuerung nach dem Kanban-Prinzip erzeugt dezentrale Regelkreise, die alle auf Basis des Kundenbedarfs arbeiten. Der Bedarf entsteht am Ende des Wertstroms und setzt sich von dort aus flussaufwärts über die einzelnen Kanban-Schleifen bis zum externen Lieferanten fort. Wird jeder Prozessschritt durch Kanban angesteuert, so können überschaubare Steuerungsschleifen ohne den Eingriff von undurchsichtigen Auftragssteuerungsabteilungen und -programmen entstehen. Transparente, verständliche Prozesse sind die Folge.

4.5 Leitlinie 5: Perfektion anstreben



Ein ehrgeiziger Planer strebt nach dem besten Prozess, um die gestellte Aufgabe zu lösen. Die verfügbare Zeit zur Planung und die Umfeldbedingungen verhindern jedoch das Erreichen eines vorstellbaren Idealprozesses, der dennoch weiterhin zur Orientierung während der Planung dient (vgl. Abschnitt 2.3.2). Dieser Ansatz ist zwar prinzipiell in der Logistikplanung anerkannt, hat leider jedoch oft nicht *den* Stellwert, der notwendig ist, um tatsächlich nach Perfektion zu streben. Die Lean-Philosophie macht das Streben nach Perfektion zur Aufgabe aller im Unternehmen und fordert die Integration der Aktivitäten zur Verbesserung in den betrieblichen Arbeitsalltag. Grund dafür ist die Akzeptanz zweier Tatsachen:

Es ist nicht möglich den perfekten Prozess zu planen und umzusetzen. Beim Versuch einen Idealprozess unmittelbar in die Realität zu übersetzen treten viele Einschränkungen in den Weg, die Abstriche notwendig machen und einen vom Planprozess verschiedenen Realprozess zur Folge haben werden. Man wird also maximal den bestmöglichen Prozess und nicht den besten Prozess erhalten. Außerdem geht dieses Vorgehen davon aus, dass es möglich ist den Idealprozess in der Theorie zu erarbeiten. Doch auch diese Annahme muss nicht stimmen. Der Planer kann maximal den auf Basis seiner Erfahrung und seines Wissens besten Prozess entwickeln. Verbesserungen werden immer möglich sein, weil der Erfahrungsschatz der Mitarbeiter (Planer und operative Arbeiter) kontinuierlich wächst und deshalb bessere Varianten vorstellbar und damit möglich werden.

Zum Zweiten existiert die Erkenntnis, dass Abläufe im Unternehmen kontinuierlich schlechter werden, wenn nicht aktiv an einer Optimierung gearbeitet wird. Die Six-Sigma-Methode aus dem Qualitätsmanagement kennt diesen Effekt als *Sigma-Shift*. In kurzer Zeit verschlechtert sich das Qualitätsniveau um 1,5 Sigma [Bra-2002, S. 204]. „Ein 6σ -Prozess mit erwarteten 3,4 Fehlern pro eine Million Möglichkeiten

wird damit schnell zum 4,5 σ -Prozess mit knapp 5.000 Fehlern pro eine Million Möglichkeiten“ [Bop-2013c]. Folglich ist die kontinuierliche Arbeit an besseren logistischen Abläufen zwingend erforderlich, um das Erreichte zu erhalten und im Sinne des Kunden und des Unternehmens möglichst keine Ressourcen für Verschwendung zu opfern.

Aus diesen Gründen ist das Hinterfragen von gegebenen Strukturen und eingespielten Abläufen, das ständige Voranschreiten in Richtung der Prinzipien Fluss, Pull und Wertorientierung essenzieller Bestandteil des Lean Thinking. Mut zur Veränderung vor allem im Management ist Voraussetzung für die Umsetzung schlanker Prozesse im Unternehmen. Nur Veränderung kann erreichten Erfolg bewahren.

Um Perfektion anzustreben, muss bekannt sein, was das Zielbild ist, was als „perfekt“ gilt. Dazu dienen die bereits vorgestellten „vier Lean-Prinzipien - Wertspezifikation, Wertstromidentifikation, Flow (Fluss) und Pull (Zug)“ [Wom-2004, S. 115]. Die Leitlinie „Perfektion anstreben“ ist also die Aufforderung die ersten vier Leitlinien konsequent und mutig umzusetzen. Das Lean Management kennt dazu zwei Herangehensweisen: *Kaikaku* und *Kaizen*. *Kaikaku* benennt im Japanischen eine umfassende Neugestaltung von Prozessen oder Systemen (z. B. [WZL-2013]), während *Kaizen* eine kontinuierliche Verbesserung in kleinen Schritten bezeichnet. *Imai* schreibt von „gradual and abrupt changes“ und stellt fest : „While we can easily observe both gradual and abrupt changes in Japan, gradual change is not so obvious a part of Western way of life.“ [Ima-1986, S. 2]. *Imai* hat die westliche Mentalität gut beobachtet und einige der (deutschen) Schwächen sicher erkannt. Noch etwas weiter gedacht lassen sich drei Punkte ausmachen, die uns das zügige und kontinuierliche Verbessern im (betrieblichen) Alltag erschweren:

- **Planungsleidenschaft:**

Die Planung von Prozessen und Systemen ist von großer Bedeutung und wird mit entsprechend vielen Ressourcen ausgestattet. An die Planungsergebnisse werden große Erwartungen gestellt. Es soll ein ausgeklügelter, perfekt durchdachter und berechneter, nahezu idealer Prozess entstehen mit genauen Vorgaben für die Umsetzung und den Betrieb. Um den Aufwand in der Planung nicht zunichte zu machen, halten wir dann oft an den Vorgaben und Planungsergebnissen fest, auch wenn Anpassungen notwendig wären, um noch einen Schritt voranzukommen. Getreu dem Motto: Es muss ja richtig und gut sein, sonst wäre es nicht so geplant. Dies behindert Veränderung in kleinen Schritten.

- **Denken in Hierarchien und Funktionen:**

Aufgabe der Planer ist es Abläufe und Systeme zu planen und weiterzuentwickeln. Wir sind stolz auf technologische Neuerungen, die durch die Kreativität und Intelligenz unserer Entwickler und Ingenieure möglich werden. Die operativen Mitarbeiter führen die vom Planer vorausgedachten Prozesse aus. Planungstätigkeiten finden im Büro statt, kontinuierliche Verbesserungen im betrieblichen Alltag sind deshalb nicht durch den Planer durchführbar. Die operativen Mitarbeiter hingegen fühlen sich dafür nicht zuständig. („Das sollen die Planer machen.“) Letztendlich fühlt sich keiner verantwortlich für die konsequente Verbesserung der Abläufe, die Vermeidung von Verschwendung und die Schaffung von fließenden Prozessen.

- **Streben nach Anerkennung:**

Große Verbesserungsmaßnahmen verändern eine Fabrik für jeden sichtbar, während kleinere Maßnahmen unbemerkt bleiben könnten. Doch unser Tun soll von anderen bemerkt werden. Es geht oftmals um persönlichen Erfolg, erst danach um die Sache. Deshalb liegt die Konzentration häufig auf größeren Umstrukturierungen und für das tägliche Arbeiten an kleinen Verbesserungen besteht kaum Motivation.

Das Streben nach Perfektion im japanischen Sinn entspricht einem selbstloseren Verbesserungsansatz: „KAIZEN means ongoing improvement involving everyone, including both managers and workers“ [Ima-1986, S. 3]. Es ist Teil des japanischen Lebensgefühls und macht Fortschritt im kleinen wie im großen in der Arbeitsumgebung wie im Privaten zur Regel. Diese Einstellung der Menschen macht viele Firmen in Japan erfolgreich. Von dieser Erkenntnis profitieren heißt *Kaizen* oder das ewige *Streben nach Perfektion* übernehmen und die eigene Leistung die eigenen Ideen in den Dienst der Sache stellen (auf die Gefahr hin, dass es keine der Führungskräfte bemerkt).

Gerade in der Logistik kann diese Interpretation von „Perfektion anstreben“ Mitarbeitern und Management vielleicht leichter fallen, weil das Fachgebiet der Logistik im Allgemeinen nicht besonders prestigeträchtig ist. Auf jeden Fall hat die Logistik gute Chancen diesen Leitgedanken wirklich im Sinne des Lean Management umzusetzen, da die Forderungen von Seiten des Kunden in Bezug auf Verbesserungen in Qualität und sonstiger Leistung meist unmittelbar an die Logistik herangetragen werden und deshalb die notwendige Veränderungsbereitschaft in der Logistik sehr präsent ist.

Neben der beschriebenen notwendigen mentalen Einstellung zum Thema Prozessverbesserung und dem Mut zur Veränderung bedeutet das Streben nach Perfektion für die Logistik konkret:

- Die Prozesse in der **betrieblichen Praxis** bewusst erleben, um aus den bestehenden, umgesetzten Prozessen zu lernen.

- Die **Erfahrungen der operativen Mitarbeiter** einbeziehen. Die Erfahrungen aller bündeln, um Fehler zu vermeiden und Verbesserungen zu erzielen.
- Die logistischen Prozesse beständig überdenken und weiterentwickeln, einen **kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP)** im Unternehmen und jedem einzelnen Team verankern.
- Die Verbesserung der Prozesse zur Aufgabe und **Verantwortung aller** machen. Operative Mitarbeiter, Planer und Führungskräfte zur Prozessverbesserung anregen.
- Freiheitsgrade und **Spielräume für Prozessveränderungen** vorsehen oder schaffen. Hohe Automatisierungsgrade bieten diese Spielräume häufig nicht.
- Zeiten und Gelegenheiten für **Ideen zur Prozessverbesserung** und deren Umsetzung vorsehen. KVP-Workshops und Team-Besprechungen durchführen.
- Positive Atmosphäre für Prozessverbesserung im Unternehmen erzeugen. Dazu müssen Verbesserungen zügig, kooperativ und unkompliziert umgesetzt werden. Über erfolgreiche (auch kleine) Beispiele sollte unternehmensweit berichtet werden, um alle **Mitarbeiter nachhaltig** für diese Aufgabe zu **motivieren**.

Die kontinuierliche Verbesserung von Prozessen setzt standardisierte Prozesse voraus, denn nur wenn alle Mitarbeiter eine Tätigkeit auf die gleiche Weise durchführen ist es möglich diese Tätigkeit zu verbessern. Sonst stellt die Prozessverbesserung nur eine weitere Möglichkeit zur Durchführung des Prozesses dar und führt nicht zu mehr Effizienz (siehe auch Leitlinie 7 „Standards setzen“, Abschnitt 4.7).

Toyota hat für die konsequente Erarbeitung und Umsetzung von Prozessverbesserungen ebenfalls einen Standard entwickelt. Rother beschreibt dieses Vorgehen ausführlich in seinem Buch *Toyota Kata* [Rot-2010]. Ziel dieser täglichen Vorgehens ist die Etablierung einer Verbesserungsroutine, d. h. einer „Handlungsabfolge[n], die durch vielfältige Wiederholung verinnerlicht und so zur Gewohnheit geworden ist“ [Bop-2013c]. Auf diese Weise gelingt es den Kreis aus Standards setzen, Einhaltung prüfen, Abweichungen feststellen und Standards verbessern zu schließen und damit ein „wirtschaftlich relevantes Ergebnis“ zu erreichen [Fur-2012a, S. 88].

4.6 Leitlinie 6: Mitarbeiterpotenzial bewusst nutzen



Operative Logistikaufgaben umfassen vielfach einen großen Teil an manuellen Tätigkeiten. Automatische Anlagen kommen an ihre Grenzen, sobald einzelne Bauteile gegriffen werden müssen oder hohe (Layout-)Flexibilität gefordert ist. Der Mensch spielt deshalb eine große Rolle in der Logistik. Aus diesem Grund muss eine der Hauptforderungen der Lean-Philosophie, die Mitarbeiterorientierung (vgl. u. a. [Sug-1977],

[Zib-1990, S. 13 und 100ff.]), insbesondere in der Logistik im Vordergrund stehen und mit Bedacht, Nachdruck und Ausdauer umgesetzt werden. Damit der Mitarbeiter optimal zum Unternehmenserfolg beitragen kann, muss eine ganzheitliche Betrachtung zum Zuge kommen, die über die reine Arbeitskraft hinaus geht. Jeder einzelne Mitarbeiter bringt Intelligenz, Wissen, Kreativität und Erfahrung mit, mit der er zur Fortentwicklung seiner Tätigkeit und den Unternehmensprozessen beitragen kann. Um eine kontinuierliche Verbesserung aller Abläufe im Unternehmen im Sinne der Leitlinie *Perfektion anstreben* zu erreichen, sind alle Mitarbeiter gefragt. Mitarbeiterorientierung dient unmittelbar dem Ziel der Wirtschaftlichkeit. Der Mitarbeiter wird als Ressource wahrgenommen, die es in Gänze zu nutzen gilt, neben der körperlichen Arbeitskraft sind auch alle geistigen Fähigkeiten zu nutzen und nicht zu verschwenden. *Sugimori et al.* sprechen von „to make full use of the workers' capabilities“ [Sug-1977] und *Wildemann* vom einzigen Produktionsfaktor mit „Problemlösungskapazität“ [Wil-1992, S. 17]. Diese Aspekte der Ressource Mitarbeiter müssen vollständig zum Tragen kommen, um schlanke Prozesse durch kontinuierliche Prozessverbesserung zu erreichen.

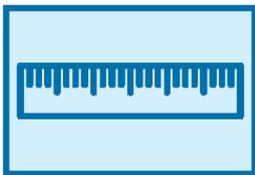
Logische Konsequenz dieses Ansatzes ist die Notwendigkeit die Mitarbeiter zu entwickeln, zu fördern und zu unterstützen, damit diese ihre Fähigkeiten in verantwortungsvolleren und anspruchsvolleren Aufgaben zum Einsatz bringen können. Dadurch entstehen Perspektiven im Unternehmen, die die Motivation der Mitarbeiter langfristig sichern können. Ein Unternehmen, das langfristig erfolgreich sein will, muss an Nachhaltigkeit denken und seine Führungspersonen selbst aufbauen [Lik-2004, S. 39]. Auf diese Weise ist es möglich, eine menschenorientierte Einstellung, das Wissen um die Bedeutung der Mitarbeiter im Unternehmen zu verankern und damit wirtschaftlichen Erfolg zu erzielen. In Zeiten von hoher Mitarbeiterfluktuation, Zeitverträgen und kurzen Auftragslaufzeiten gegenüber den Kunden ist die Logistik besonders vom Know-how-Verlust durch den Abgang von Mitarbeitern betroffen und muss hier außerordentlich wachsam sein. Dies gilt insbesondere für den Bereich der Planer, da diese die Grundlagen für die operativen Prozesse legen und weitreichende Entscheidungen für den Betrieb treffen.

Gleichzeitig muss sich jeder Planer bei der Gestaltung logistischer Prozesse bewusst sein, dass der einzelne Mitarbeiter über seine Tätigkeit, seinen Prozessschritt bestimmen wird. Dieser ist der Prozessverantwortliche im Moment der Ausführung und diese Aufgabe kann auch von keiner Führungskraft übernommen werden. Aus diesem Grund muss der Mensch schon in der Planung ganzheitlich berücksichtigt werden. Im Einzelnen bedeutet das:

- Der Planer muss die **Intelligenz** des Mitarbeiters bedenken. Er muss vorhersehen, dass der Mitarbeiter den Prozess verbessern möchte, sobald er Verbesserungspotenziale entdeckt. Bei undurchsichtigen, unverständlichen Prozessen wird sich der Mitarbeiter eine Erklärung zurechtlegen und darauf aufbauend scheinbare Verbesserungen durchführen, die dann die Abläufe negativ beeinflussen werden.
- Während der Planung muss die **Kreativität** des ausführenden Mitarbeiters beachtet werden. Der Mitarbeiter wird alle Freiheitsgrade und Interpretationsspielräume innerhalb seiner Aufgabe nutzen, um eigene Lösungen zu finden. Dieses Potenzial gilt es einerseits zu nutzen, andererseits müssen die zwingend erforderlichen Vorgaben, die z. B. den Gesamtprozess beeinflussen, klar festgelegt und kommuniziert werden.
- Die **Individualität** jeder Mitarbeiters führt ebenfalls dazu, dass die Prozesse von zwei Kollegen unterschiedlich ausgeführt werden, was im Vorfeld Berücksichtigung finden muss, um die notwendige Funktion und Leistung des Prozesses sicherzustellen.
- Im Zusammenspiel mit anderen wird sich der Mitarbeiter **sozial verhalten**. Er wird einem befreundeten Kollegen unterstützen und bei anderen strikt an seiner vorgegebenen Aufgabe festhalten. Auch unterstützende Tätigkeiten (wie z. B. die Entsorgung von Leerpaletten) müssen deshalb in der Planung beachtet und bezüglich Zeitverbrauch und Verantwortung zugeteilt werden.

Die Leitlinie *Mitarbeiterpotenzial bewusst nutzen* geht über die Berücksichtigung des operativen Mitarbeiters in der Planung weit hinaus. Sie muss in erster Linie in der Unternehmenskultur und im Führungsverhalten verankert sein (u. a. [Bop-2013a]). Dennoch hat das Menschenbild des Planers große Auswirkung auf die geplanten Logistikprozesse und ihre Effektivität und Effizienz im Betrieb. Aus diesem Grund sind an dieser Stelle die wesentlichen Aspekte des Mitarbeiters, die während der Planung beachtet werden müssen, aufgeführt, damit diese im Sinne des Unternehmens nutzbar gemacht werden können.

4.7 Leitlinie 7: Standards setzen



In den 1950er- und 1960er-Jahren veränderte die Standardisierung der Transporteinheiten durch die Einführung der Systempalette sowohl die Prozesse als auch die Materialflusstechnik entscheidend. Durch die europäische Norm zur Beschaffenheit und Größe der Euro-Palette „war die Voraussetzung geschaffen, dass [...] alle Bauteile, Baugruppen, Komponenten und Systeme für Fördertechnik, Materialfluss und Logistik ebenfalls standardisiert werden konnten“ [Gün-2007, S. 18f.] . Insbesondere in der (überbetrieblichen) Logistik sind Standards und Normen alltäglich, denn logistische Prozesse bewegen Güter zwischen unterschiedlichen Unternehmen, Ländern etc.

und müssen vielfältige Schnittstellen überwinden. Verlässliche Vereinbarungen sind hier Voraussetzung für reibungsarme und kostengünstige Abläufe.

Gleiches gilt für die Logistikprozesse innerhalb von Unternehmen. Auch hier sind verlässliche Aussagen über die Dauer, die damit verbundenen Leistung und die Qualität von Prozessen nur möglich, wenn die Durchführung der Prozesse festgelegt und damit standardisiert ist. Wie schon innerhalb der Leitlinie *Prozesse in Fluss bringen* diskutiert, sind vorhersehbare, ruhige, stabile Prozesse Voraussetzung für Fluss und die Vermeidung von Verschwendung. Gleichmäßige Prozesse haben dann das Potenzial zu effizienten Prozessen. Um Gleichmäßigkeit zu erreichen, muss sichergestellt sein, dass sich jeder Prozessschritt innerhalb des Wertstroms auf die Einhaltung der vereinbarten Zeit und die hohe Qualität seines Lieferprozesses verlassen kann. Dazu dient eine Standardisierung der Tätigkeiten innerhalb der Prozessschritte. *Takeda* schreibt dazu - typisch für die japanische Mentalität - sehr eindringlich: „Die standardisierte Arbeit ist der Dreh- und Angelpunkt der neuen Produktionsweise. Man kann ohne weiteres so weit gehen zu behaupten, daß ohne standardisierte Arbeit kein synchrones Produktionssystem möglich ist. Solange Menschen im Unternehmen arbeiten, ist standardisierte Arbeit notwendig“ [Tak-2006, S. 137].

Auch in Bezug auf ein kontinuierliches Verbessern (Abschnitt 4.5 „Perfektion anstreben“) haben Standards eine entscheidende Bedeutung, denn die Einführung eines verbindlichen Standards ermöglicht es einen einmal erreichten Qualitäts- und Effizienzlevel zu dokumentieren und aufrecht zu erhalten. Wird eine Prozessverbesserung nicht festgehalten werden, so besteht die Gefahr, dass alte Gewohnheiten die Neuerungen schnell zunichte machen. Der Standardprozess bildet also stets die beste im Moment bekannte Art und Weise ab eine bestimmte Aufgabe durchzuführen. Im Einklang mit dem Ziel sich zu verbessern kann ein Standard jedoch nur so lange gültig sein, bis eine bessere Lösung bekannt ist. Dann gilt es den Standardprozess schnell und unkompliziert weiterzuentwickeln, an alle betroffenen Bereiche zu kommunizieren und umzusetzen. Hier wird schnell ersichtlich, dass eingespielte Routinen notwendig sind, um diese Leitlinie so zu leben, dass die volle Wirkung sich fortlaufend weiterentwickelnder Standards zum Tragen kommen kann. *Imai* zeichnet ein Bild von ineinandergeschachtelten PDCA-Zyklen (Plan – Do – Check – Act), die um SDCA-Zyklen (Standardize – Do – Check – Act) ergänzt werden [Ima-1986, S. 60–65] und macht dadurch deutlich, dass neben einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) ein kontinuierlicher Standardisierungsprozess etabliert werden muss.

Die Bedeutung von Standardisierung ist in westlichen Unternehmen oftmals nicht im Bewusstsein der Planer und Führungskräfte. Gerade in der Logistik werden die Ab-

läufe vielfach als einfach und selbstverständlich wahrgenommen. Das Fehlen von klaren Vorgaben tritt dann zutage, wenn erfahrene Mitarbeiter wegfallen und deren Aufgaben überraschenderweise nicht von Kollegen oder neuen Mitarbeitern in der notwendigen Zeit und Qualität durchgeführt werden können. Unzureichende oder fehlende Standards bzw. Arbeitsanweisungen führen dann zu großen Problemen. Die Logistik mit ihren oft hohen Fluktuationsraten kann von Standardisierung in den Prozessabläufen besonders profitieren.

In manuellen Prozessen erscheint eine Standardisierung, eine Vorgabe von Arbeitsabläufen und -reihenfolgen, schnell gleichbedeutend mit Einschränkung oder Gängelung der Mitarbeiter, mit Misstrauen oder Kontrolle. Ein Streben nach Standardisierung scheint der Achtung von Intelligenz und Individualität der Mitarbeiter im Wege zu stehen. Hier sollten wir das Vorgehen japanischer Firmen übernehmen und bei der Einführung von Standards, z. B. bei der Festlegung von Arbeitsabläufen, die operativen Mitarbeiter mit einbeziehen und gemeinsam „die zum gegenwärtigen Zeitpunkt bekannte optimale Arbeitsweise“ [Yag-2007, S. 64] erarbeiten und festhalten. Hier ist natürlich eine gute Führung und Routine gefragt, denn Ziel ist es *nicht* einen Konsens zu erreichen, mit dem sich alle „wohl fühlen“, sondern den von den Planern erarbeiteten Prozess durch die Erfahrung der Mitarbeiter vor Ort noch einmal zu verbessern. Zusätzlich wirkt ein vorgegebener Standard noch einer unserer Eigenschaften entgegen, die im Abschnitt „Perfektion anstreben“ schon zur Sprache kam (Seite 61f): Wir wollen, dass unsere persönliche Leistung anerkannt wird und lassen unsere Kollegen deshalb auch gerne *nicht* an all unseren Erkenntnissen teilhaben, um ausschließlich selbst davon zu profitieren. Existiert jedoch ein vorgegebener Standardprozess, so werden Abweichungen in der Durchführung einer Tätigkeit sichtbar. Erkannte Prozessverbesserungen können dann auch für den Einzelnen erst wirksam werden, wenn sie diskutiert, als neuer Standard festgehalten und damit auch für alle zugänglich sind.

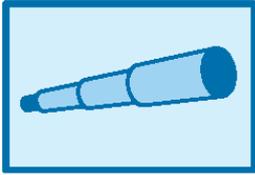
Zur Schaffung standardisierter Abläufe müssen im Wesentlichen die Zeit und Qualität beeinflussenden Aspekte jedes Prozessschritts festgelegt werden (in Anlehnung an [Tak-2006, S. 144]):

- die Taktzeit,
- die Reihenfolge der Arbeitsschritte des einzelnen Mitarbeiters
- und ggf. die angrenzenden Puffer (Größe, Organisation, Visualisierung).

Standards geben dann den Rahmen vor, innerhalb dessen jeder Mitarbeiter seine Tätigkeit durchführt, so dass sich die Prozesse innerhalb des Wertstroms auf ihre Vorgänger- und Nachfolgerprozesse verlassen können. Standard erfüllen damit wichtige Funktionen im Unternehmen. Sie müssen von den Mitarbeiter als wichtig ange-

sehen und respektiert werden. Aus diesem Grund dürfen sie niemals als Selbstzweck eingesetzt werden.

4.8 Leitlinie 8: Langfristig denken



Es ist bereits klar geworden, dass sich die konkreten Ziele für die Planung logistischer Prozesse aus der Unternehmensstrategie oder -philosophie ableiten müssen. Eine Strategie oder ein Unternehmensleitbild hat prinzipiell den Anspruch über einen längeren, am besten einen langen Zeitraum zu gelten und allen Mitarbeitern eine Richtung zu weisen, denn nur durch die konsistente Ausrichtung aller Tätigkeiten der einzelnen Mitarbeiter im Unternehmen an den übergeordneten Zielen ist Unternehmenserfolg im Ganzen möglich. Oberstes Ziel (fast) jeden Unternehmens ist es wirtschaftlich zu arbeiten und eine Leistung (Produkte oder Dienstleistungen) anzubieten, die auf dem Markt Käufer findet. Ein Unternehmen kann langfristig bestehen, wenn es auf die sich verändernden Wünsche der Kunden mit den richtigen Leistungen reagiert, indem es neue Produkte oder Produktvarianten entwickelt und anbietet. Die Philosophie des Unternehmens Toyota geht darüber noch einen Schritt hinaus: Toyota hat das Ziel zu tun, „was für das Unternehmen, seine Mitarbeiter, Kunden und die Gesellschaft als Ganzes richtig ist“ [Lik-2007, S. 116] und hat es geschafft, dass praktisch alle Führungskräfte und Mitarbeiter dieser Mission folgen.

Dieses Ziel eines langfristigen (wirtschaftlichen) Erfolgs gilt genauso für das Arbeitsfeld der Logistik. Auch die Logistik muss auf die immer neuen Wünsche und Anforderungen der Kunden mit passenden Logistikleistungen reagieren und kontinuierlich neue verbesserte Prozesse entwickeln und umsetzen, um einen Wert zu schaffen – der dadurch entsteht, dass die erbrachte Leistung von Nutzen für den Kunden ist. Diesem Bestreben steht das Suchen nach kurzfristigen Optima und schnellen, aber nicht nachhaltigen Kostenvorteilen entgegen. Vorteile in Teilbereichen, die zu Nachteilen in den angrenzenden Prozessen führen, folgen genauso wenig dem Ziel anhaltenden Erfolgs wie die unausgewogene Orientierung an kurzen Amortisationszeiten oder Kennzahlen, die Flexibilität, kostengünstige Anpassungsfähigkeit etc. unberücksichtigt lassen.

Langfristiges Denken steht in engem Zusammenhang mit dem Aspekt der Mitarbeiterorientierung, da sich der Mensch als ganz besondere betriebliche Ressource „durch eine spezifische Flexibilität gekennzeichnet, die sich allenfalls in Teilaspekten technologisch kopieren lässt“ [Wie-2009, S. 211]. Der Mitarbeiter ist außerdem in der Lage sich und die Prozesse weiterzuentwickeln (*Wildemann* spricht wie bereits erwähnt von „Problemlösungskapazität“ [Wil-1992, S. 17].) und sammelt kontinuierlich Wissen und Erfahrung an, wodurch er mit seiner Betriebszugehörigkeit immer wert-

voller für ein Unternehmen wird. Um diese spezifisch menschlichen Eigenschaften zum Einsatz zu bringen, ist Motivation und Mitarbeiterachtung notwendig. Mitarbeiterorientierung verfolgt damit unmittelbar das Ziel langfristigen wirtschaftlichen Erfolgs.

Gerade die Logistik steht bei der Orientierung an der Leitlinie „*Langfristiges Denken*“ vor einer Herausforderung, da logistische Aufgaben oftmals nur für relativ kurze Zeiträume stabil bleiben. Geringe Planungssicherheit durch kurze Kontraktzeiten (bei Logistikdienstleistern) und sich schnell ändernde Kundenanforderungen erschweren das Verfolgen langfristiger Ziele. Dies drückt sich z. B. auch dadurch aus, dass OEM den Zeitraum von fünf bis zehn Jahren mit dem Begriff langfristig bezeichnen, Lieferanten betrachten die Spanne von drei Jahren als langfristig, während Logistikdienstleister schon vier Monate als langfristig empfinden [For-2006]. Gleichwohl ist gerade in der Logistik eine einsatzbereite, erfahrene Belegschaft, flexible Technik und Infrastruktur, hervorragendes Planungs-Know-how und ein standardisiertes Vorgehen (im Sinne dokumentierter Best Practices) in allen Bereichen von größter Bedeutung, um auf den nächsten Kundenauftrag in kürzester Zeit reagieren zu können. Hier gilt es rechtzeitig Vorsorge zu treffen, um als Unternehmen langfristig wirtschaftlich erfolgreich zu bestehen.

4.9 Leitlinie 9: Prozesse robust gestalten



Logistische Prozesse müssen nicht nur unter den Rahmenbedingungen funktionieren, die während der Planung der Prozesse angenommen wurden, sondern angesichts der veränderlichen Wünsche der externen wie internen Kunden, auch mit Veränderungen und Schwankungen umgehen können. Bei der Gestaltung schlanker Prozesse mit geringen Puffern und kleinen Losgrößen, bei einer sehr direkten Kopplung an den tatsächlichen Kundenbedarf, werden Veränderungen im Kundenverhalten unmittelbar bei jedem Prozess spürbar. Wenn eine Glättung der Aufträge nicht mehr möglich ist, müssen die Prozesse innerhalb des Wertstroms an die neuen Anforderungen angepasst werden. *Spur* spricht davon „ein notwendiges Gleichgewicht zwischen Stabilität und Flexibilität eines Produktionssystems“ anzustreben [Spu-1994, S. 209].

Da ein Wechsel im Auftragsverhalten des Kunden sehr schnell vonstatten gehen kann, ist eine Reaktion mit erneuter Planung und Neuaufstellung des Prozesses vielfach unmöglich. Auch um dem Planungsaufwand aus wirtschaftlichen Gründen gering zu halten, muss ein Großteil der Veränderungen im Betrieb geleistet werden. Hier sind Anpassungen gefragt, die im besten Fall schon in der Planung vorgedacht wurden und die bei Bedarf die Leistungsmenge (Stückzahlen) oder auch die Art der

Leistung (z. B. Veränderungen in den Varianten, in der Zusammensetzung von Aufträgen) eines Prozesses auf die neuen Bedürfnisse abstimmen.

Trotz dieser Veränderungen im Betrieb muss die Qualität der erbrachten Prozessleistung vollkommen erhalten bleiben. Fehlerfreies Durchführen logistischer Aufträge ist der Anspruch, dem schlanke Prozesse genügen müssen. Die Versorgung des Kunden mit der in Form der fünf R der Logistik formulierten Leistung ist oberstes Gebot und findet sich auch in dem Streben nach Verschwendungsfreiheit wieder. Höchste Qualität bzw. Fehlerfreiheit ist synonym zur Forderung nach Effektivität und damit Grundlage für Effizienz und Wirtschaftlichkeit. Hieraus folgt der zweite Gesichtspunkt von Robustheit: Die aus einem logistischen Prozess resultierende Leistung muss in vollem Umfang der vom (internen oder externen) Kunden geforderten Leistung entsprechen. Alle fünf Aspekte eines logistischen Auftrags müssen richtig erfüllt sein. Hundertprozentige Fehlerfreiheit ist das Ziel.

Prozesse, die die beiden Anforderungen Flexibilität und Qualität vereinen, gelten als robust. Sie liefern gleichbleibend hohe Qualität auch bei (in Grenzen) veränderlichen Rahmenbedingungen v. a. bezüglich Auftragszusammensetzung oder Sortiment und gefordertem Durchsatz.

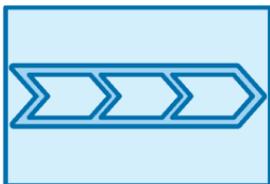
Yagyū bezeichnet derartige Prozesse als „starke Prozesse“ [Yag-2007, S. 48] und integriert zusätzlich die Anforderung nach hoher Effizienz, die bereits in der Betrachtung der Wertstromorientierung (Abschnitt 4.2) enthalten ist.

Die Auslegung robuster Prozesse beinhaltet Reserven für Schwankungen und kann bei höherer oder niedrigerer geforderter Leistung skaliert werden, so dass weiterhin verschwendungsfreies bzw. -armes Arbeiten (ohne Wartezeiten) möglich ist. Bei der Planung und Realisierung derartiger Prozesse ist es besonders wichtig auf hohe Transparenz, Verständlichkeit und Einfachheit zu achten, damit die Führungskräfte vor Ort die Wechselwirkungen innerhalb des Prozesses und des gesamten Wertstroms erfassen können, dass sie zielgerichtet kurzfristige Anpassungen im Ablauf, der personellen Besetzung etc. vornehmen können. Auch der Einsatz bewährter und bekannter Technik dient der Beherrschung einer möglichen Umgestaltung durch die im Prozess arbeitenden Mitarbeiter, die ohne Spezialistenwissen in der Lage sein müssen, (in Grenzen) Veränderungen vorzunehmen. *Liker* rät: „Setzen Sie nur zuverlässige, gründlich getestete Technologien ein, die den Menschen und Prozessen dienen“ [Lik-2007, S. 231f.] und *Frazelle* mahnt an, höhere Mechanisierung führe nicht zu mehr Flexibilität, sondern zu höherem Flexibilitätsrisiko [Fra-2002, S. 65–66], was sicher nur bedingt zutrifft, wenn geeignete flexible Automatisierung zum Einsatz kommt.

Transparenz und Beherrschbarkeit ist auch bei der Prozesssteuerung und dem Informationsfluss notwendig. Klare Regeln, verständliche Abfolgen von Entscheidungen und definierte Auslöser für Prozessschritte sind Voraussetzung für robuste Prozesse (vgl. auch [Sta-2012, S. 206]). Intransparente IT-Systeme bilden oftmals unüberwindliche Hindernisse, wenn schnelle Prozessanpassungen notwendig wären. Hier müssen Vor- und Nachteile komplexer Informationsverarbeitungssysteme sorgsam abgewogen werden. Welche Funktionen schaffen Werte, welche verursachen Verschwendung? Wo ist der Einsatz ausgefeilter Technik notwendig und sinnvoll und an welcher Stelle erfüllen einfache Systeme den gleichen Zweck und sind vielleicht robuster? Die Erforschung und Entwicklung flexibler, modularer Förder- und Materialflusstechnik sowie Steuerungslogik und -technik zeigen, dass flexible technische Lösungen in der Logistik notwendig und umsetzbar sind.

Die Forderung nach robusten Prozessen steht in engem Zusammenhang mit langfristigem und ganzheitlichem Denken. Die Berücksichtigung zukünftiger Kundenwünsche und kommender Anforderungen an die Prozesse zeugt von Weitblick und hat im Gegensatz zu kurzfristig passenden Spezialexsystemen das Potenzial, anhaltenden wirtschaftlichen Erfolg zu erreichen.

4.10 Leitlinie 10: In ganzheitlichen Prozessen denken



Im Unternehmen und Unternehmensnetzwerk hat die Logistik eine Querschnittsaufgabe (siehe auch Abschnitt 2.3.2, *Ganzheitlichkeit*). Sie verantwortet die Materialflüsse und die zugehörigen Informationsflüsse und verbindet damit die betrieblichen Funktionen Beschaffung, Produktion und Distribution. Die Logistik umfasst „überwachende, planerische und steuernde Tätigkeiten über alle Unternehmenshierarchien - von der strategischen Ebene bis zur operativen Ebene der Materialflussoperationen“ [Gün-2012a]. Logistische Prozesse schaffen Verbindungen zwischen einzelnen Unternehmen, Unternehmensteilen, Abteilungen, Fertigungsprozessen etc. Ganzheitliches Denken und Handeln ist den planerischen Tätigkeiten in diesem Bereich deshalb inhärent. Die Logistik betrachtet stets Ketten und Flüsse und ist nicht an Einzelelementen interessiert. Das Zusammenwirken einer Vielzahl (technischer) Komponenten in einem System mit dem Ziel reibungslosen Materialflusses ist der Kern von Logistikplanung.

Dieses Bewusstsein muss jedoch auch aufrecht erhalten werden, wenn nur (kleinere) Teilausschnitte im Rahmen einer Planungsaufgabe zu bearbeiten sind. Jeder Abschnitt entlang des Wertstroms muss sich in die Wertschöpfungskette einfinden, die Schnittstellen zu den angrenzenden Prozessen und die Wechselwirkungen mit der betrieblichen Umgebung beachten. Die Logistik muss sich in ihrer Querschnittsfunk-

tion in besonderer Form für eine Prozessorientierung stark machen. Denn Unternehmen sind noch immer arbeitsteilig, funktions- und kompetenzorientiert in Abteilungen und Bereiche gegliedert. Diese Gliederung teilt in den meisten Fällen den Wertstrom in einzelne Segmente, die unter unterschiedlicher Verantwortung stehen. Die Forderung nach Prozessorientierung verfolgt das Ziel einer vollkommenen Ausrichtung des ganzen Unternehmens oder der gesamten Wertschöpfungskette am Schaffen eines verkaufsfähigen Endprodukts, dem Kundenwert und strebt damit eine Wirtschaftlichkeit an, die sich nicht aus der Summe von Bereichsoptima zusammensetzt, sondern ein Gesamtoptimum anstrebt.

Die Weiterentwicklung des Ansatzes von Arbeitsteiligkeit und Spezialisierung hin zu einer prozessorientierten Herangehensweise in der Betriebsorganisation findet bereits vielfach statt, muss jedoch stetig vorangetrieben werden, um Gewohnheiten aufzubrechen und Unternehmensstrukturen einem prozessorientierten Ansatz anzupassen. Die Logistik(-planung) muss deshalb dafür Sorge tragen, dass über Abteilungs- und Bereichsgrenzen hinweg gedacht wird und der logistische Wertstrom, der optimale Güterfluss im Fokus steht. *Jünemann et al.* schreiben dazu: „Die logistikgerechte Materialflußsteuerung verfolgt das Ziel, nicht mehr einzelne Kostenstellen, sondern die gesamte Wertschöpfungskette für einen Auftrag zu optimieren“ [Jün-1989, S. 27].

Die Logistik in ihrer Rolle als Dienstleister hat den Vorteil, dass sie aufgrund der Eingebundenheit in angrenzende Prozesse (z. B. Produktions- oder Zulieferprozesse) ein Stück weit davor bewahrt wird nur zum Selbstzweck zu arbeiten und stets den Kundenwert im Auge haben muss. Dabei gilt es die Kooperation mit vor- und nachgelagerten Prozessen, Lieferanten und Kunden zu suchen und gemeinsam an einem aufwandsarmen Wertstrom zu arbeiten. Gelebte Partnerschaft bedeutet auch im Sinne der Nachbarprozesse zu handeln, die Diskussion über mögliche Veränderungen und Verbesserungen zu suchen und vertrauensvoll zusammenzuarbeiten – im eigenen Unternehmen und im Netzwerk.

In ganzheitlichen Prozessen denken verbindet die Leitgedanken zum Wertstrom, zur Langfristigkeit, zur Perfektion und hat im Kern die Suche nach dem Gesamtoptimum einer Wertschöpfungskette zum Ziel.

4.11 Zusammenfassung: Zehn Leitlinien für schlanke Logistikprozesse

Bei der intensiven Beschäftigung mit den in der Literatur genannten, beschriebenen und interpretierten Lean-Prinzipien (siehe Abbildung 4-1, S. 44) zur Entwicklung der zehn Leitlinien für schlanke Logistikprozesse ist deutlich geworden, dass die Prinzi-

prien Ziele oder Strategien darstellen, die sowohl global, d. h. beispielsweise für ein Wertschöpfungsnetzwerk, als auch lokal, d. h. beispielsweise für den einzelnen Arbeitsplatz, gelten. Es handelt sich um Grundsätze, die außerdem bei strategischen, taktischen und auch operativen Entscheidungen Anwendung finden können. Sie bilden deshalb Instrumente, die ja nach Betrachtungsgegenstand neu oder erweitert interpretiert werden müssen, dabei bezogen auf die Grundlogik, die grundsätzliche Aussage jedoch gleich bleiben. Vor allem den Berichten von Toyota-Managern und -Kennern (u. a. [Ohn-2009], [Lik-2004], [Ima-1986], [Sug-1977]) ist zu entnehmen, dass die Prinzipien auf grundlegenden Überlegungen basieren, die dann in die einzelnen Unternehmensbereiche (Produktion, Administration etc.) übertragen und dort weitergedacht und ausgestaltet wurden. Auffällig ist, dass z. B. *Ohno* bei der Beschreibung des Toyota-Produktionssystems stets die Produktion fokussiert, logistische Tätigkeiten aber nur indirekt oder beiläufig erwähnt. Die Produktion steht im Fokus, dennoch denkt *Ohno* weit über die Produktionsschritte hinaus und betrachtet im Grunde immer den ganzen Wertstrom. (Er weist z. B. auf das Fließen „aller Arbeitsgänge“ hin, „nicht nur die Arbeiten am Endmontageband“ [Ohn-2009, S. 141].)

Mit den zehn Leitlinien für schlanke Logistikprozesse existiert nun eine Übersetzung und Interpretation der Lean-Prinzipien für logistische Aufgabenstellungen. Sie ergänzen die in den *Produktionssystemen* (westlicher Unternehmen) enthaltenen Vorgaben für die Produktion um die Aspekte der Logistik und können so die Basis für ein integriertes Produktions- und Logistiksystem bzw. „**Prozesssystem**“ bilden.

Die vorgestellten zehn Leitlinien sind direkt aus der Lean-Unternehmensphilosophie (siehe Abschnitt 2.1, S. 7) abgeleitet und verfolgen die dort angestrebten übergeordneten Ziele nach langfristigem wirtschaftlichem Erfolg, um zu „tun, was für das Unternehmen, seine Mitarbeiter, Kunden und die Gesellschaft als Ganzes richtig ist“ [Lik-2007, S. 116]. Damit erfüllen Sie die Anforderung (a) an die Zielgrößen (Abschnitt 3.2, S. 40):

*Die Logistikziele bilden eine Konkretisierung und Ausgestaltung
der Unternehmensphilosophie Lean Thinking.*



Sie beschreiben grundsätzliche, und gleichzeitig konkrete Vorgaben zur Gestaltung logistischer Prozesse und erläutern, den zum Verständnis notwendigen Hintergrund der Empfehlung. Dies ist vor allem notwendig, weil das „grundlegendste Problem ist, dass das Fluss-Denken der Intuition entgegenläuft. Es scheint für die meisten Menschen plausibel zu sein, dass die Arbeit nach Abteilungen und Stapeln organisiert wird“ [Wom-2004, S. 33]. Die Leitlinien fördern das Verstehen und machen keine Schwarz-weiß-Aussagen, sondern weisen die Richtung, auf die sich der Planer konzentrieren soll. Die Leitlinien setzen auf grundlegendes Verstehen der Wirkzusam-

menhänge in einem logistischen System und im Gesamtwertstrom und überlassen die konkrete Ausgestaltung des Prozesses dem Planer, der seine Kreativität und sein Wissen einsetzen soll, um mit Hilfe der Leitlinien schlanke, fließende Prozesse zu gestalten, die ganzheitlich zum Unternehmenserfolg beitragen. Die Bewertung der Zielerreichung bei einer geplanten Lösung oder mehreren Lösungsvarianten gelingt über eine Beurteilung der einzelnen Aspekte oder Zielkriterien im Team. Die Zielkriterien entsprechen dabei den zehn Leitlinien. Bei Bedarf können die Leitlinien über Unterziele konkretisiert werden. So könnte beispielsweise der Aspekt „In ganzheitlichen Prozessen denken“ in die Punkte „Wechselwirkungen mit internen Prozessen“, „Wechselwirkungen mit Prozessen beim Lieferanten“, „Wechselwirkungen mit den Prozessen des Kunden“ untergliedert werden. Die Bewertung sollte gleichzeitig zur Ermittlung von Verbesserungspotenzialen genutzt werden, die entweder noch in die Planung einfließen oder im Zuge eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses im Betrieb umgesetzt werden. Ein möglicher Bewertungsbogen ist in Tabelle 4-1 dargestellt.

Damit ist die Forderung (b) an die Zielgrößen erfüllt (Abschnitt 3.2, S. 40):

Sie schaffen Orientierung bei der Planung logistischer Prozesse, d. h. sie eignen sich als Kriterien zur Bewertung von Lösungen.



Die zehn Leitlinien bilden in Summe ein Zielsystem bei dem alle Ziele miteinander im Einklang stehen. Die Leitlinien greifen ineinander, konkretisieren und verstärken sich. Die Zusammenhänge sind bei der Vorstellung der Leitlinien bereits aufgezeigt worden. Auf diese Weise ist ein zielgerichtetes Arbeiten an einer Planungsaufgabe mit Hilfe der Leitlinien möglich. Damit können die Leitlinien auch der Anforderung (c) an die Zielgrößen (Abschnitt 3.2, S. 40) gerecht werden:

In Summe bilden die Logistikziele ein konsistentes Zielsystem durch Widerspruchsfreiheit der Einzelziele.



Entscheidend ist, dass die Leitlinien gemeinsam betrachtet werden. Nur dann sind alle Aspekte der Lean-Strategie enthalten und diese kann als Ganzes wirken und zum Erfolg führen.

Bewertungskriterium entsprechend der jeweiligen Leitlinie	Bewertung durch das Planungsteam	Verbesserungspotenziale zum Erreichen des Zielzustands	Zielzeitpunkt für die Umsetzung der Verbesserungen
Auf den Wert konzentrieren	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> nicht erfüllt vollständig erfüllt	• ... • ...	<input type="checkbox"/> in der Planung <input type="checkbox"/> im Betrieb
Am Wertstrom orientieren	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> nicht erfüllt vollständig erfüllt	• ... • ...	<input type="checkbox"/> in der Planung <input type="checkbox"/> im Betrieb
Prozesse in Fluss bringen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> nicht erfüllt vollständig erfüllt	• ... • ...	<input type="checkbox"/> in der Planung <input type="checkbox"/> im Betrieb
Ziehende Prozesse realisieren	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> nicht erfüllt vollständig erfüllt	• ... • ...	<input type="checkbox"/> in der Planung <input type="checkbox"/> im Betrieb
Perfektion anstreben	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> nicht erfüllt vollständig erfüllt	• ... • ...	<input type="checkbox"/> in der Planung <input type="checkbox"/> im Betrieb
Mitarbeiterpotenzial bewusst nutzen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> nicht erfüllt vollständig erfüllt	• ... • ...	<input type="checkbox"/> in der Planung <input type="checkbox"/> im Betrieb
Standards setzen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> nicht erfüllt vollständig erfüllt	• ... • ...	<input type="checkbox"/> in der Planung <input type="checkbox"/> im Betrieb
Langfristig denken	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> nicht erfüllt vollständig erfüllt	• ... • ...	<input type="checkbox"/> in der Planung <input type="checkbox"/> im Betrieb
Prozesse robust gestalten	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> nicht erfüllt vollständig erfüllt	• ... • ...	<input type="checkbox"/> in der Planung <input type="checkbox"/> im Betrieb
In ganzheitlichen Prozessen denken	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> nicht erfüllt vollständig erfüllt	• ... • ...	<input type="checkbox"/> in der Planung <input type="checkbox"/> im Betrieb

Tabelle 4-1: Bewertungsbogen für Logistiklösungen

5 Planung eines schlanken Logistikprozesses

5.1 Struktur eines Vorgehens zur Planung schlanker Logistikprozesse

Um eine logistische Planungsaufgabe zu lösen, ist neben den Zielgrößen, die festlegen, was einen schlanken Logistikprozess ausmacht, ein strukturiertes Planungsvorgehen notwendig, welches den Planer zielstrebig von der Spezifizierung der Aufgabenstellung bis zur Gestaltung eines Logistiksystems unter Berücksichtigung der Zielgrößen anleitet (siehe auch Abschnitt 1, Seite 37f). Dabei orientiert sich das entwickelte Vorgehen an den vorgestellten Planungsphasen und -ansätzen (Abschnitt 2.3, Seite 14f.).

Das Vorgehen ist in vier Planungsabschnitte gegliedert und fokussiert, wie in der Aufgabenstellung dargestellt, die beiden Planungsphasen *Vorbereitung* und *Grobplanung* (Abbildung 5-1). Zu Beginn muss die Aufgabenstellung für die Planung klar herausgearbeitet werden. Aus diesem Grund befasst sich der Planungsabschnitt a mit der Eingrenzung des Betrachtungsgegenstands auf einen Wertschöpfungsabschnitt innerhalb der betrachteten Wertschöpfungskette oder des -netzwerks. Innerhalb des relevanten Wertschöpfungsabschnitts, der durch einen Lieferanten und einen Kunden an den Schnittstellen geprägt ist, wird der Planungsumfang, für den eine Logistiklösung gesucht wird, spezifiziert. Auf diese Weise gelangt man im Sinne des Planungsansatzes *Modularisierung, Gliederung in Teilaufgaben* (Abschnitt 2.3.2) zu komplexitätsreduzierten Planungsaufgaben innerhalb eines umfassenden Logistiksystems. Damit sind die vorbereitenden Schritte durchgeführt und es folgt die Grobplanung. Auf Basis der konkreten Aufgabenstellung erfolgt im Planungsabschnitt b eine Zerlegung der geforderten Logistikaufgabe in logistische Funktionen, die sowohl den Materialfluss- als auch den Informationsfluss berücksichtigen (Planungsansatz *Ganzheitlichkeit, Querschnittsdenken*). Diese werden zu Prozessketten zusammengefügt (Planungsansatz *Prozessorientierung*). Zunächst erfolgt eine *Idealplanung*, die eine Lösung unabhängig von äußeren Restriktionen erarbeitet. Schritt für Schritt gelangt der Planer zur *Realplanung* und berücksichtigt Einschränkungen. Es werden mehrere mögliche Varianten gebildet. Im weiteren Verlauf der Planung werden schlechter bewertete Varianten verworfen und nicht weiterverfolgt (Planungsansatz *Variantenbildung und -reduktion*).

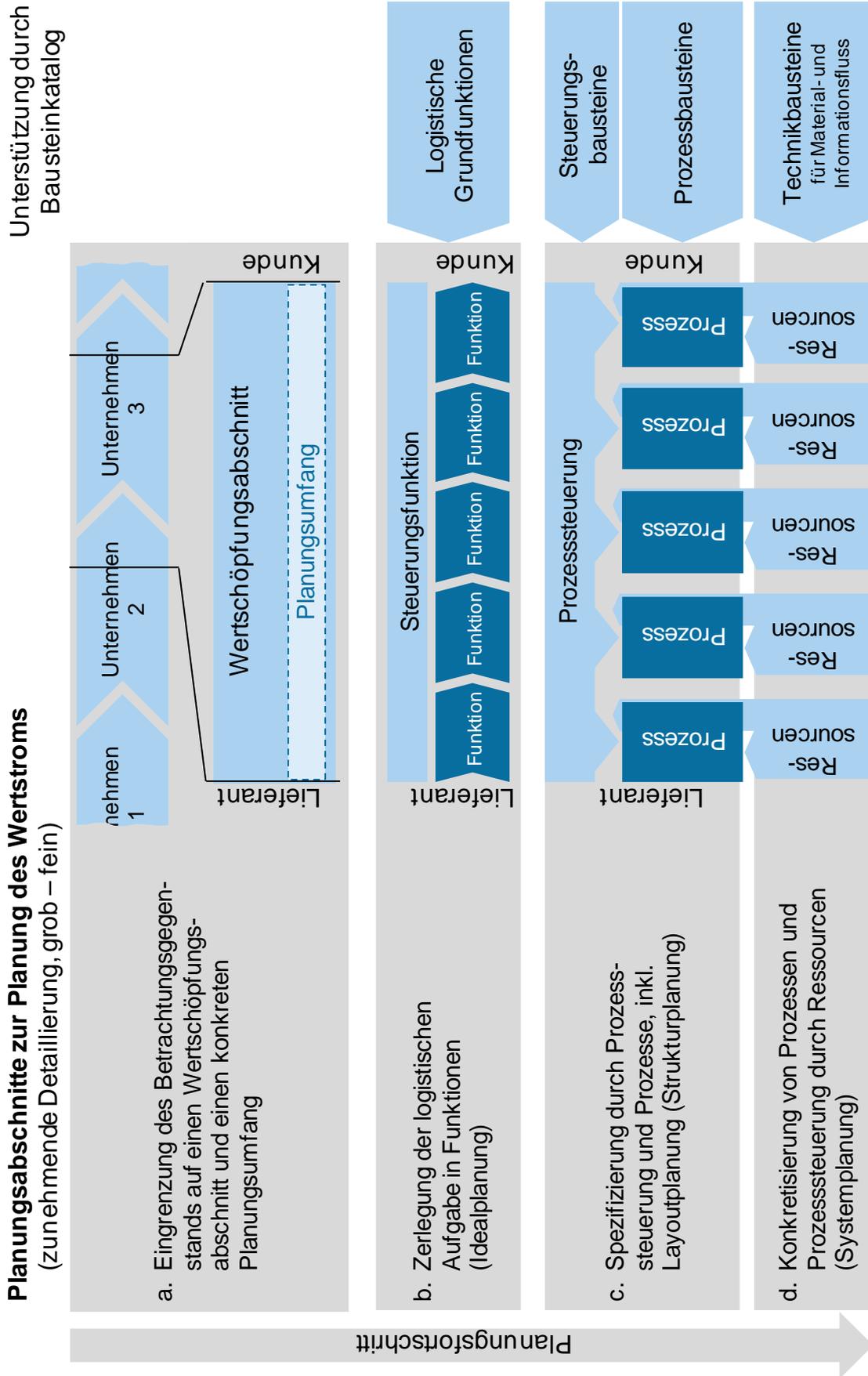


Abbildung 5-1: Struktur des entwickelten Planungsvorgehens

Die nächsten Planungsschritte befassen sich mit der *Strukturplanung* (Planungsabschnitt c). Es gilt die Ketten aus Logistikfunktionen durch Prozesssteuerung und Prozesse zu spezifizieren und ein Layout zu erarbeiten. Die anschließende *Systemplanung* konkretisiert Prozesse und Prozesssteuerung durch Ressourcen (Planungsabschnitt d). Auch hier wird der Modularisierungsgedanke fortgeführt: Die einzelnen Prozessabschnitte können unter Berücksichtigung der Schnittstellen unabhängig voneinander ausgestaltet werden, was eine parallele Bearbeitung von Arbeitsaufgaben ermöglicht.

Das gesamte Planungsvorgehen verfolgt ein *analytisches Vorgehen* von groben Funktionen hin zu konkreteren Abläufen und spezifischen Ressourcen innerhalb des Logistiksystems. Das Vorgehen strukturiert die einzelnen Planungsaufgaben, legt eine Reihenfolge fest, setzt Schwerpunkte und bündelt Planungserfahrungen, lässt jedoch ausreichend Freiräume, innerhalb derer der Planer auf Basis seines persönlichen Erfahrungswissens Entscheidungen trifft und das Logistiksystem entwickelt und verbindet auf diese Weise die Vorteile eines strukturierten und *heuristischen Vorgehens*.

Um die Planungsgeschwindigkeit und -qualität zu erhöhen, soll der Planer einerseits mit Hilfe eines strukturierten Vorgehens arbeiten, andererseits soll die umfassende Erfahrung aus dem Bereich der Logistikplanung, die sich in mannigfaltigen Logistiklösungen widerspiegelt, für den Planer abrufbar sein. Dazu gilt es die Lösungsmöglichkeiten für die Teilaspekte von Logistiklösungen in wiederverwendbare Bausteine zu transferieren, auf die dann innerhalb des Planungsvorgehens zugegriffen werden kann. Dadurch gelingt es die Planung durch *Standardisierung* effizienter zu gestalten [Bop-2007b]. Teil des Planungsvorgehens sind deshalb standardisierte, wiederverwendete Elemente, die in dem Detaillierungsgrad der einzelnen Planungsschritte entsprechen. So folgen den logistischen Grundfunktionen im Vorgehen Steuerungs- und Prozessbausteine, die durch Technikbausteine weiter ausgestaltet werden. Während des Vorgehens bedient sich der Planer immer wieder aus einem Katalog wiederverwendbarer Bausteine, der so gestaltet ist, dass eine Erweiterung zum Beispiel um unternehmens- oder branchenspezifische Elemente jederzeit möglich ist.

Das in der Praxis angewendete sehr pragmatische und heuristische Lean-Vorgehen fokussiert oftmals ein strenges Verfolgen des *Line-back-Ansatzes* bei der Gestaltung von Prozessen und es geschieht eine Reduktion des Lean Thinking auf die Kunden- oder Wertorientierung. Lean Thinking ist jedoch ein ganzheitlicher Ansatz, weshalb es zwar zweckmäßig ist, die betrachteten Planungsumfänge innerhalb einer Wertschöpfungskette beim Kunden beginnend und von dort aus rückwärts in Richtung der

Lieferanten gehend auszuwählen, sich dann jedoch nicht sklavisch an die vollkommene Ausrichtung am Nachfolgeprozess zu halten. Innerhalb eines Planungsumfangs bringt das hier vorgestellte Vorgehen, das sich an bewährten Planungsansätzen aus der konventionellen Logistikplanung orientiert entscheidende Vorteile, die sich auf die Planungseffizienz beziehen und dem ganzheitlichen Ansatz der Lean-Ziele Rechnung tragen.

5.2 Entwicklung eines ganzheitlichen Planungsvorgehens

Das entwickelte Vorgehen zur Grobplanung schlanker Logistikprozesse setzt sich aus zehn Planungsschritten zusammen, die nacheinander durchgeführt werden (Abbildung 5-2). Im Verlauf der Planung ist es jedoch teilweise sinnvoll und notwendig im Vorgehen zurückzuspringen und einen bereits durchgeführten Planungsschritt nochmals zu überdenken und bei Bedarf die dort getroffenen Entscheidungen anzupassen oder eine weitere Variante zu bilden. Bei der folgenden Beschreibung der Planungsschritte werden diese Zusammenhänge deutlich gemacht und die möglichen Iterationen im Vorgehen aufgezeigt.

Grobstruktur des Planungsvorgehens

1. Eingrenzung des Betrachtungsgegenstands auf einen Wertschöpfungsabschnitt und einen konkreten Planungsumfang

2. Zerlegung der logistischen Aufgabe in Funktionen, Idealplanung

3. Spezifizierung durch Prozesssteuerung und Prozesse, inkl. Layoutplanung (Strukturplanung)

4. Konkretisierung von Prozessen und Prozesssteuerung, Bestimmung von Ressourcen (Systemplanung)

Resultierende Planungsschritte

1. Kundenanforderungen aufnehmen
2. Lieferantenrandbedingungen aufnehmen
3. Auftragsfamilie festlegen, Wertstrommanager bestimmen

4. Notwendige Logistikfunktionen identifizieren
5. Prozessketten bilden

6. Steuerung der Prozessschritte festlegen
7. Am Kundentakt ausrichten, Bündeln prüfen
8. Layout grob planen

9. Umsetzungsvariante je Funktion auswählen
10. Prozess ausplanen, Hinweise zum Aspekt Mensch beachten

Mögliche sinnvolle Rückschritte im Planungsvorgehen sind bei den jeweiligen Planungsschritten erläutert.

Abbildung 5-2: Übersicht über die zehn Planungsschritte

Im Folgenden werden die in jedem Planungsschritt durchzuführenden Aufgaben beschrieben. Während der Planung muss jeder Planungsschritt dokumentiert werden, um die wesentlichen Entscheidungen im Planungsverlauf nachvollziehbar festzuhalten. Welche Punkte notiert werden müssen, ist bei jedem Planungsschritt kurz beschrieben.

Es gibt viele verschiedene Auslöser für Planungen. *Schedlbauer und Scheuchl* identifizieren vier wesentliche Bereiche, die Logistikplanungen auslösen können: Produktänderungen, strukturelle Maßnahmen, veränderte Wertschöpfungs- und Lieferantenstrukturen und Technologiesprünge [Sch-2007a]. Ergänzend kommt in den letzten Jahren die Einführung schlanker Produktionssysteme und schlanker Prozesse hinzu, die aus einem strategischen Umdenken resultiert. Ergebnis all dieser Auslöser sind Neu- oder Umplanungen von Materialflüssen und Logistiksystemen in Unternehmen. Dieses neu zu planende oder umzugestaltende Logistiksystem befindet sich immer eingebettet in ein Wertschöpfungsnetzwerk aus Lieferanten und einem Hersteller, der Produkte erzeugt, die er (über ein Händlernetzwerk) einem Endkunden anbietet, verkauft und damit ihrem eigentlichen Sinn, ihrer Verwendung durch den Kunden, zuführt. Innerhalb dieses Unternehmensnetzwerks gilt es aufgrund von Veränderungen, die Planungen notwendig machen, Planungsaufgaben zu bestimmen, die dann in Projekten von einem Planer oder einem Planungsteam bearbeitet werden können. Mit diesem vorbereitenden Abschnitt und der daran anschließenden Grobplanung befasst sich das folgende Vorgehen.

5.2.1 Kundenanforderungen aufnehmen

Zunächst wird den Betrachtungsgegenstand auf einen Wertschöpfungsabschnitt innerhalb der Wertschöpfungskette eingeschränkt, der von Planungsauslösern (aus den oben genannten Bereichen) betroffen ist, und dessen Materialflüsse deshalb neu und wertschöpfungsorientiert gestaltet werden sollen. Außerdem müssen für die durchzuführende Planung die notwendigen Planungsdaten konkret ermittelt werden. Hierfür sind ggf. aktuelle Daten aufzunehmen und Plandaten abzuleiten.

Im ersten Planungsschritt wird deshalb zunächst der in der folgenden Planung, Neugestaltung oder Reorganisation betrachtete Kunde explizit festgelegt. Dieser kann ein unternehmensinterner Kunde, wie z. B. ein mit Gütern zu versorgender Produktionsabschnitt, oder ein unternehmensexterner Kunde, z. B. ein zu belieferndes Logistikzentrum, sein. Dieser als Kunde bezeichnete Prozessschritt erwartet von den vorgelagerten (Logistik-)Prozessen die Erfüllung eines (logistischen) Auftrags. Dieser Auftrag ist mit Kundenanforderungen verbunden, die durch die fünf oder sechs Aspekte der Logistik (5 bzw. 6 R) vollständig beschrieben werden können.

Im Sinne der Konzentration auf den Wert bestimmt der Kunde, welche logistische Leistung zu erbringen ist. Er legt fest,

- welches **Produkt** er erhalten will,
- an welchem **Ort** diese Ware zur Verfügung stehen soll,
- zu welchem **Zeitpunkt** oder in welchem zeitlichen Abstand die Ware bereitstehen soll,
- in welcher **Menge** er die Ware erhalten will,
- in welcher **Qualität**, Beschaffenheit oder mit welcher Information das Material vorzuliegen hat,
- und ggf. welche **Kosten** er zu tragen oder welchen Preis er für diesen Auftrag zu zahlen bereit ist.

Erst wenn diese Angaben eindeutig bekannt sind, ist der Auftrag an die Logistik und damit ein wesentlicher Teil der Aufgabenstellung für den Planer formuliert.

Ein Kunde bzw. der Empfänger einer logistischen Leistung kann verschiedene Aufträge an die Logistik haben, die unterschiedliche Produkte betreffen oder sich durch andere Aspekte wesentlich unterscheiden. Für jeden dieser Aufträge, die den gleichen Wertschöpfungsbereich innerhalb der Wertschöpfungskette betreffen, können die fünf oder sechs R der Logistik erfasst werden.

Gleiches gilt für die vielen verschiedenen Kunden logistischer Tätigkeiten in einer Wertschöpfungskette, die bei z. B. bei der strategischen Einführung einer schlanken Logistik nach und nach alle betrachtet, überdacht und umgestaltet bzw. an den Leitlinien schlanker Logistikprozesse ausgerichtet werden müssen.

Um auf Basis des Kundenauftrags zukunftsfähige und realistische Materialflüsse zu entwerfen, muss die notwendige Flexibilität im Logistiksystem schon frühzeitig bestimmt werden. Hierbei spielt der Empfänger der logistischen Leistung eine entscheidende Rolle, denn Änderungen an seinem Auftragsverhalten machen unmittelbar Änderungen im vorgelagerten System oder Flexibilität in der vom Materialflusssystem erbrachten Leistung notwendig.

Der Kunde legt deshalb einen Flexibilitätskorridor fest, der beschreibt, in welchen Grenzen sich seine Anforderungen bewegen können. *Kettner* schreibt dazu: „Die Entscheidung über zusätzliche Flexibilität durch Überdimensionierung (Vorleistungen) kann daher nur auf Basis einer Kosten-Nutzen-Analyse bzw. in den Fällen, in denen der Nutzen nicht quantifizierbar ist, auf Grundlage einer unternehmerischen Festlegung getroffen werden“ [Ket-1984, S. 8]. Im betrachteten Planungsvorgehen befinden wir uns in der Phase der Grobplanung, in der die für eine Kosten-Nutzen-Analyse notwendigen Daten noch nicht vorliegen, weshalb der Kunde oder eine

übergeordnete Instanz im Unternehmen entscheiden muss, welche Flexibilität im zu planenden System vorgehalten werden soll.

Flexibilität kann bezüglich aller Aspekte des Kundenauftrags notwendig sein. Es können sich die Waren, Orte, Zeitpunkte, Mengen, gewünschten Zustände oder Informationen verändern, weshalb zu jedem Aspekt unmittelbar der Flexibilitätskorridor gemeinsam mit dem Kunden bestimmt werden sollte. Damit sind die planbaren Veränderungen des Kundenwunsches abgedeckt. Zusätzlich müssen in der Planung weitere unvorhersehbare Schwankungen berücksichtigt werden, die sich in der zeitlichen und kapazitiven Auslegung der Materialflüsse widerspiegeln. Hier werden in der Logistik üblicherweise zeitliche Reserven von etwa 15 Prozent vorgesehen [Gün-2013b, S. 22].

Am Ende des ersten Planungsschrittes ist der für die Planung relevante Kunde bestimmt und die zugehörigen Aufträge an die Logistik sind in den fünf Aspekten der Logistik klar formuliert. Zudem ist für jeden Auftrag und jeden Aspekt festgehalten, welche Veränderungen der Kunde in diesem Bereich erwartet bzw. welche Schwankungen ihm diesbezüglich bereits bekannt sind. Resultat ist eine Tabelle zu jedem Auftrag, in der der Kundenwunsch inkl. Flexibilitätskorridor dokumentiert ist (Tabelle 5-1).

Um die notwendigen Angaben zu erhalten, können ggf. Ist-Aufnahmen vor Ort zur Erhebung statischer Daten oder auch bezüglich der zeitlichen Verteilung von Materialbewegungen, sowie die Anforderung von Produktstammdaten, Auflistungen über die zeitliche Verteilung der Mengenanforderungen und Verbräuche etc. notwendig sein. Je nach Qualität der verfügbaren Daten kann sich eine mehr oder weniger aufwendige Datenauswertung anschließen.

Aspekte des Kundenauftrags	Kundenwunsch/-auftrag	Flexibilitätskorridor
Produkt	Lenkhilfeleitungen in Sequenz	aus 52 Varianten
Ort	Halle 3b, Fertigungslinie A, Montagetak 1	Keine Veränderung geplant.
Zeitpunkt	Alle 90 s (Montagetakt)	Es werden bei jeder Achse genau drei Leitungen verbaut.
Menge	Ein Auftrag besteht aus jeweils drei gleichen Leitungen.	-
Qualität	Die Leitungen sollen etikettiert, lose, unverpackt im vorgegebenen offenen Sequenzbehälter (Kunststoffschale) liegen.	Keine Veränderung des Sequenzbehälters geplant.
(Kosten)	k. A. *	k. A.

* Es handelt sich um einen internen Kunden, der im Vorfeld keine konkreten Vorgaben zu den Kosten macht.

Tabelle 5-1: Beispiel für eine Dokumentation der Kundenanforderungen¹⁶

5.2.2 Lieferantenrandbedingungen aufnehmen

Mit der Fixierung der Kundenanforderungen ist die flussabwärts gelegene Grenze des Betrachtungsgegenstands bekannt. Auf der Gegenseite stehen den Waren, die der Kunde benötigt, Lieferprozesse gegenüber, die die Güter in den betrachteten Wertschöpfungsabschnitt einschleusen. Das zu untersuchende Logistiksystem reicht aus organisatorischen Gründen oftmals bis zu einer Unternehmens- oder Verantwortungsgrenze, z. B. bis zum externen Lieferanten oder zum nächsten Produktionsschritt. Es ist aber durchaus möglich und sinnvoll auch die (Versand-)Prozesse beim Lieferanten mitzubetrachten oder gemeinsam mit der Produktion einen optimierten Gesamtwertstrom zu erarbeiten. Der Wertschöpfungsabschnitt kann also größer oder kleiner gewählt werden. Im Sinne eines Gesamtoptimums sollte ein ausreichend

¹⁶ Das Beispiel ist Günthner, W.; Durchholz, J.; Klenk, E.; Boppert, J.: Schlanke Logistikprozesse. Handbuch für den Planer [Gün-2013b] entnommen und hier angepasst und verkürzt wiedergegeben. Das Handbuch enthält eine ausführliche Darstellung des Beispiels.

großer Bereich im Untersuchungsfokus stehen, um Optimierungsspielraum zu erhalten, der nur entsteht, wenn sich nennenswerte Stellschrauben bzw. Entscheidungsmöglichkeiten im Planungsbereich befinden.

Zu jedem im ersten Planungsschritt aufgenommenen Kundenauftrag wird nun am flussaufwärts gelegenen Ende des betrachteten Wertschöpfungsabschnitts der entsprechende Lieferprozess erfasst. Auch dieser zeichnet sich durch die fünf Logistikaspekte aus.

Auf Seiten des Lieferprozesses wird ermittelt

- welches **Produkt** er liefert,
- an welchem **Ort** die Güter übergeben werden,
- zu welchem **Zeitpunkt** die Übergabe stattfindet
- in welcher **Menge** geliefert wird
- in welcher **Qualität**, in welchem Zustand oder mit welcher Information die Ware vorliegt.

Der sechste Aspekt der Kosten für die erbrachte Lieferantenleistung ist aus Sicht des nachfolgenden Logistikprozesses nicht entscheidend, wenn nur die Kosten, die der betrachtete logistische Wertschöpfungsabschnitt verursacht, bei der Logistikplanung berücksichtigt werden. Beleuchtet man jedoch den Gesamtprozess aus Produktion und Logistik so sind die Einkaufskosten auf Lieferantenseite selbstverständlich relevant, denn wenn der Kundenprozess Zielkosten vorgibt, ergibt sich der verfügbare Ressourceneinsatz für die Logistik aus der Differenz der Zielkosten auf Kundenseite und dem Einkaufspreis auf Lieferantenseite.

Der Logistikprozess zwischen dem Lieferanten und dem Kunden hat die Aufgabe, die Unterschiede zwischen den Lieferantenrandbedingungen und den Kundenanforderungen zu überbrücken oder auszugleichen bzw. aus der Form in der die Güter beim Eintritt in das Logistiksystem oder den -prozess vorliegen die Form zu erzeugen, in der die Güter beim Austritt bzw. bei der Übergabe an den Kunden vorliegen sollen. Diese Veränderung kann sich auf zeitliche, räumliche, die Menge betreffende, qualitative oder informatorische Aspekte des Produkts beziehen.

Je geringer die Unterschiede zwischen der vom Lieferprozess bereitgestellten Leistung und der vom Kunden geforderten Leistung sind, desto einfacher ist die notwendige Logistikleistung, die vom zu planenden Logistiksystem erbracht werden soll. Stimmen die 5 R auf Lieferantenseite mit den 5 R auf Seiten des Kunden überein, so ist keine Logistik als Vermittler notwendig. Ist dies nicht der Fall soll die Logistik die notwendigen Transformationen möglichst aufwandsarm durchführen. Die Randbedingungen auf Seiten des Lieferanten beeinflussen demnach stark den Aufwand in

der Wertschöpfungskette, den ungünstige Lieferbedingungen führen zu aufwendigen Logistikprozessen in der Kette. Aus diesem Grund gilt es eine enge Kooperation mit den Lieferanten anzustreben, die es möglich macht, gemeinsam an einem Wertstromoptimum zu arbeiten. Wann immer es möglich ist, soll deshalb der Lieferant bzw. Lieferprozess bei Planungen mit einbezogen werden. Die gemeinsame Aufnahme der Lieferantenrandbedingungen ist ein wichtiger Schritt in Richtung einer gelebten Partnerschaft. Zu jedem Aspekt (Produkt, Ort, Zeit, Menge, Qualität, ggf. Kosten) muss geklärt werden, was unveränderlich und nicht beeinflussbar ist und inwiefern Veränderungen, die evtl. einen schlankeren Logistikprozess ermöglichen können, durchführbar sind. Auch auf Seiten des Lieferprozesses ist dann festgehalten, in welchem Bereich es Flexibilität gibt. Während der Planung hilft die Angabe eines Flexibilitätskorridors nicht nur bei der Abschätzung der zu berücksichtigenden Risiken, sondern eröffnet für das zu planende System auch Spielraum in Richtung eines günstigeren Prozesses.

Um einen schnellen Überblick über die geforderte Logistikleistung zu erhalten, werden die Lieferantenrandbedingungen den Kundenanforderungen bei der Dokumentation gegenüber gestellt (Tabelle 5-2).

Zu jedem im ersten Planungsschritt erfassten Kundenauftrag müssen die Lieferantenrandbedingungen aufgenommen werden. Der Detaillierungsgrad dieser Aufnahme ist dabei auch von der Zielstellung der Planung abhängig. Wichtig ist es in den ersten Planungsschritten einen guten Überblick zu erhalten und die Randbedingungen auf Kunden- und Lieferantenseite zu verstehen. Fehlen noch konkrete Angaben wie z. B. Behälterabmessungen oder exakte Stückzahlen kann im Verlauf der Planung in die ersten Planungsschritte zurückgegangen werden. So ist sichergestellt, dass die Planung nicht schon zu Beginn von Detailfragen geprägt ist, sondern der Wertstrom als Ganzes, die Erfüllung des Kundenwunsches mit Hilfe von verschwundensfreien, fließenden Prozessen im Fokus steht.

Lieferanten- randbedingungen	Flexibilitäts- korridor (Liefe- rant)	Aspekte des Kun- den- auftrags	Kundenwunsch/ -auftrag	Flexibilitäts- korridor (Kunde)
Lenkhilfeleitun- gen in 52 Varian- ten, sortenrein in Gitterboxen	Andere Behälter sind möglich.	Produkt	Lenkhilfeleitun- gen in Sequenz	aus 52 Varian- ten
Warenausgang des Lieferanten (in 50 km Entfer- nung zum Werk des Kunden)	Eine Verlage- rung des Pro- duktions- betriebs ist nicht geplant.	Ort	Halle 3b, Ferti- gungslinie A, Montagetakt 1	Keine Verän- derung ge- plant.
Fertigungslinie mit Taktzeit pro Teil 40 s	Keine Verände- rung möglich. Linie fertigt zu- sätzlich für an- dere Kunden.	Zeitpunkt	Alle 90 s (Mon- tagetakt)	Es werden bei jeder Achse genau 3 Lei- tungen ver- baut.
100 Stück je Be- hälter sortenrein aufgrund der Losfertigung	Verpackung in andere Behälter möglich. Kleine- res Packlos möglich. Ferti- gungslos (100 Stück) bleibt.	Menge	Ein Auftrag be- steht aus je- weils 3 gleichen Leitungen.	-
Etikettiert mit Kundenetikett, unverpackt in Behälter	-	Qualität	Die Leitungen sollen etikettiert, lose, unver- packt im vorge- gebenen offenen Se- quenzbehälter (Kunststoffscha- le) liegen.	Keine Verän- derung des Sequenzbehäl- ters geplant.
k. A. *	k. A.	(Kosten)	k. A.	k. A.

* Betrachtet werden nur die Logistikkosten des Wertschöpfungsabschnitts. Die Einkaufskosten werden nicht berücksichtigt.

Tabelle 5-2: Beispiel für eine Dokumentation der Lieferantenrandbedingungen zu den jeweiligen Kundenanforderungen

5.2.3 Auftragsfamilie festlegen, Wertstrommanager bestimmen

Mit der Festlegung des für die Planung relevanten Kunden und der Lieferprozesse ist der Wertschöpfungsabschnitt bestimmt, mit dem sich die folgende Grobplanung befassen soll. Dennoch kann ein Abschnitt innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerks immer noch eine große Zahl an Gütern mit unterschiedlichen Eigenschaften umfassen, die einer Vielzahl spezifischer Materialflüsse bedürfen. Im Sinne der Leitlinie 2: *Am Wertstrom orientieren* gilt es nun wertstromorientiert zu planen und als Planungsgegenstand deshalb eine Gruppe von Aufträgen auszuwählen, die sich über *einen* Wertstrom, d. h. *einen* Materialfluss oder *einen* Logistikprozess, vom Lieferprozess zum Kundenprozess bewegen kann. In Anlehnung an die Produktfamilie, die im Bereich der Lean Production die Produkte zusammenfasst, die einem Wertstrom zugeordnet werden können, wird diese Gruppe von logistischen Aufträgen *Auftragsfamilie* genannt.

Eine Auftragsfamilie fasst also ähnliche logistische Aufträge zusammen. Diese zeichnen sich durch gleiche oder in einem großen Teil übereinstimmende Kundenanforderungen aus sowie ähnliche Randbedingungen auf Seiten des Lieferprozesses. Um die Kunden- oder Wertorientierung sicherzustellen, sind gleiche Kundenanforderungen wesentlich wichtiger als gleiche Lieferantenbedingungen. Die Ähnlichkeit von Kundenaufträgen kann z. B. über die Durchführung einer ABC- und/oder einer XYZ-Analyse festgestellt werden. Wenn der fokussierte Wertschöpfungsabschnitt viele Teilefamilien bzw. Kundenaufträge umfasst, sind diese Analysemethoden hilfreich, um die Kundenaufträge im Hinblick auf ihre logistischen Eigenschaften zu klassifizieren.

Mit der Gliederung des betrachteten Wertschöpfungsabschnitts in Auftragsfamilien gelingt das Festlegen von sinnvollen Planungsumfängen, für die jeweils ein Logistikprozess geplant werden kann. Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Wertströmen werden in späteren Planungsschritten untersucht und im Sinne eines Gesamtoptimums (Leitlinie 10: *In ganzheitlichen Prozessen denken*) gezielt genutzt. Die betrachtete Auftragsfamilie umfasst dann einen oder mehrere Kundenaufträge, die beschrieben sind durch die Kundenanforderungen (inkl. Flexibilitätskorridor) und die zugehörigen Lieferantenrandbedingungen (inkl. Flexibilitätskorridor). Siehe Tabelle 5-3.

Wirt				
Lieferanten- randbedingun- gen	Flexibilitäts- korridor (Liefe- rant)	Aspekte des Kunden- auftrags	Kundenwunsch/ -auftrag	Flexibilitäts- korridor (Kunde)
Lenkhilfeleitun- gen in 52 Vari- anten, sortenrein in Gitterboxen	Andere Behälter wären möglich.	Produkt	Lenkhilfeleitun- gen in Sequenz	52 Varianten
...	...	Ort

Tabelle 5-3: Ergänzung der Dokumentation um die Auftragsfamilie (Auszug)¹⁷

Die Auftragsfamilie, d. h. die Festlegung des konkreten Planungsumfangs für ein Planungsprojekt, kann auch auf andere Art bestimmt werden. Vielfach werden die zu betrachtenden Aufträge über die Vorgabe der Teilefamilie festgelegt. Genauso kann es möglich sein, dass nur in einem klar umgrenzten Bereich Veränderungen notwendig sind, was eine weitere Eingrenzung des Planungsumfangs unnötig macht.

Um die Umsetzung der zu planenden Logistikprozesse und den laufenden Betrieb optimal vorzubereiten, sollten schon in einer frühen Phase der Planung Mitarbeiter aus dem operativen Betrieb einbezogen werden. Denn in der Grobplanung werden die Grundstrukturen des Materialflusses fixiert und wesentliche Entscheidungen bezüglich der Logik und Steuerung des Logistiksystems getroffen, die in den Grundzügen von den Mitarbeitern, die die Prozesse ausführen werden, verstanden und akzeptiert sein müssen (vgl. auch Leitlinie 6: *Mitarbeiterpotenzial bewusst nutzen*). *Rother* empfiehlt deshalb im Zusammenhang mit der Durchführung von Wertstromanalyse und -design in der Produktion das Einsetzen eines Wertstrommanagers [Rot-2004], was sich auch im beschriebenen Vorgehen anbietet, um Verantwortlichkeit für den zu planenden Wertstrom zu schaffen und eine Bezugsperson zur Auftragsfamilie zu erhalten, die das Gesamtoptimum des Wertstroms im Fokus hat. Die Eigenschaften und Aufgaben des Wertstrommanagers sind in Abbildung 5-3 zusammengefasst.

¹⁷ Im Beispiel bildet nur *eine* Gruppe an Kundenaufträgen die Auftragsfamilie.

WERTSTROMMANAGER

- Er ist Vertreter der Lean-Philosophie.
- Er ist willens und fähig, die Soll-Prozesse trotz zu überwindender Hindernisse und über Abteilungsgrenzen hinweg umzusetzen. Er ist akzeptiert und kann sich durchsetzen.
- Er kommt aus der Praxis und ist vom Erfolg schlanker Prozesse überzeugt.
- Er treibt die Umsetzung seines schlanken Wertstroms und gibt ihr höchsten Stellenwert.
- Er treibt das Projekt voran.
- Er berichtet an das Management über die Fortschritte bei der Einführung schlanker Prozesse.
- Er ist Teil und Verantwortlicher des Planungs- und Umsetzungsteams (Analyse, Soll-Konzeption, Umsetzung).
- Er übernimmt Verantwortung.
- Er macht sich persönlich und regelmäßig vor Ort ein Bild von seinem Wertstrom und dessen Fluss.
- Er fühlt sich auch nach der Einführung der neuen Prozesse verantwortlich, prüft die Einhaltung der entwickelten Standards und sorgt für die Umsetzung von Verbesserungen der Prozesse.

Abbildung 5-3: Eigenschaften und Aufgaben des Wertstrommanagers [Gün-2013b, S. 30]

Am Ende des dritten Planungsschritts müssen die Festlegungen zum Planungsumfang bzw. zu den Planungsumfängen, für die im weiteren Vorgehen zunächst voneinander unabhängige Materialflüsse geplant werden, sowie die konkrete Zusammensetzung des Planungsteams mit den Auftragsgebern abgestimmt werden. Mit den Planungsschritten 1 bis 3 ist dann die Aufgabenstellung fixiert und die Vorarbeiten für die Planung sind abgeschlossen. Eine umfassende Aufnahme von Restriktionen und Randbedingungen, die während der Planung berücksichtigt werden müssen, findet im entwickelten Vorgehen nicht im Rahmen der Vorarbeiten statt. So kann es im Sinne der Leitlinie 5: *Perfektion anstreben* gelingen, eine Idealplanung durchzuführen, die nicht durch Einschränkungen aus dem Umfeld beeinflusst und deshalb weniger visionär ist. Das Vorgehen stimmt hier mit *Kettner et al.* überein: „Auch bei eindeutigen Restriktionen sollte nicht auf eine kompromißlose Idealplanung verzichtet werden. Sie allein vermittelt einen objektiven Maßstab für die nachfolgende Realplanung und deren oft vorschnell als ‚optimal‘ bezeichnete Lösungen. (...) Eine ideale Lösung (...) basiert allein auf den funktionellen Erfordernissen des Produktionsprozesses und den Anforderungen der an ihm beteiligten Menschen, Produktionsmittel und Produkte.“ [Ket-1984, S. 6]

5.2.4 Notwendige Logistikfunktionen identifizieren

Im Anschluss an die Festlegung des konkreten Planungsumfangs in Form einer Auftragsfamilie erfolgt die Idealplanung. Unabhängig von äußeren Einschränkungen wird im Sinne der Leitlinie 5: *Perfektion anstreben* ein idealer Wertstrom geplant, der sich ausschließlich auf die Erzeugung des Kundenwerts ohne Verschwendung konzentriert. Ziel ist ein Bild von einem Materialfluss, der auf die Prozessschritte eines optimalen Systems reduziert ist.

Dazu werden die logistischen Grundfunktionen identifiziert, die für die betrachtete Auftragsfamilie notwendig sind. Diese müssen in der Lage sein, die zu den aufgenommenen Lieferantenrandbedingungen bereitgestellten Güter in den vom Kunden gewünschten Zustand zu überführen. Die notwendigen Transformationen in Ort, Zeit, Menge und Qualität lassen sich aus der Gegenüberstellung der Kundenanforderungen und der Lieferantenrandbedingungen ablesen. Das Produkt selbst verändert die Logistik nicht, dies ist den Produktionsprozessen vorbehalten.

Die Logistik umfasst die „Planung, Steuerung, Realisierung und Kontrolle des Güter- und Informationsflusses im und zwischen Unternehmen“ [Gün-2012a]. Die Steuerungsfunktion ist deshalb eine logistische Grundfunktion, die in jedem Logistiksystem benötigt wird. Sie wird ergänzt von den folgenden logistischen Grundfunktionen nach *Günthner et al.* [Gün-2011]:

- Transportieren bzw. Fördern überbrückt räumliche Diskrepanzen.
- Puffern bzw. Lagern gleicht zeitliche Unterschiede aus.
- Sammeln bzw. Verteilen führt Mengenänderungen durch.
- Kommissionieren oder Sortieren erzeugt eine andere Zusammenstellung von Gütern.
- Die Funktionen Verpacken bzw. Entpacken, Etikettieren, Informationen Erzeugen oder Prüfen tragen zum Kundenwert bei indem sie die vom Kunden geforderte Qualität erzeugen. Sie erhöhen den Servicewert im Sinne des Kunden.

Im vierten Planungsschritt werden also auf Basis eines Abgleichs zwischen den Kundenanforderungen und den Lieferantenrandbedingungen die Diskrepanzen innerhalb der fünf Logistikaspekte ermittelt und die zugehörigen logistischen Grundfunktionen identifiziert (Tabelle 5-4).

Logistische Grundfunktionen	
Räumliche Transformation	Transportieren oder Fördern
Zeitliche Transformation	Puffern (kurze Zeitspanne) oder Lagern (lange Zeitspanne)
Mengenänderung	Sammeln oder Verteilen
Änderung der Zusammenstellung	Kommissionieren oder Sortieren
Veränderung des Servicewerts	Ver-/Entpacken, Etikettieren, Informationen Erzeugen, Prüfen
Steuern der Materialflüsse	Steuerungsfunktion (obligatorisch)

Tabelle 5-4: Logistische Grundfunktionen

Ein idealer Materialfluss für die betrachtete Auftragsfamilie könnte demnach alleine aus den identifizierten Logistikfunktionen, die jeweils nur einmal vorkommen, aufgebaut werden. Zusätzliche Schritte sind im Ideal nicht notwendig, um den Kundenwunsch vollständig zu erfüllen. Jeder ergänzende Prozessschritt wird nun in der weiteren Planung zunächst als zu vermeidende Verschwendung betrachtet und nur akzeptiert, wenn es zwingende Gründe und keine verschwendungsärmeren Alternativen gibt.

Die in diesem Planungsschritt identifizierten notwendigen Logistikfunktionen können als ausgefüllte Checkliste dokumentiert werden (Tabelle 5-5).

Notwendige Logistikfunktionen (Idealprozess)	
Transportieren oder Fördern	x
Puffern (kurze Zeitspanne) oder Lagern (lange Zeitspanne)	x
Sammeln oder Verteilen	
Kommissionieren oder Sortieren	x
Ver-/Entpacken, Etikettieren, Informationen Erzeugen, Prüfen	
Steuerungsfunktion (obligatorisch)	x

Tabelle 5-5: Beispiel für eine Dokumentation der notwendigen Logistikfunktionen (Idealprozess) in Abhängigkeit von den Angaben in Tabelle 5-3

5.2.5 Prozessketten bilden

Mit dem Zielbild eines idealen logistischen Ablaufs im Hintergrund beginnt die Realplanung und es werden erste Materialflussvarianten unter Berücksichtigung von Restriktionen gebildet. Dazu gilt es die Reihenfolge der logistischen Grundfunktionen festzulegen und eine grobe räumliche Zuordnung zu treffen. Diese betrifft in erster Linie die Zuteilung zu Standorten oder Bereichen zwischen welchen externe Verkehre notwendig sind. In diesen Fällen müssen Umschlagprozesse zwischen externen und internen Transportmitteln berücksichtigt werden, die zusätzlich zu den Logistikfunktionen aus der Idealplanung anfallen.

In realen Materialflusssystemen ist es nur in seltenen Fällen möglich (z. B. bei verketteten Anlagen), dass Funktionen unmittelbar aufeinander folgen ohne durch einen Puffer voneinander entkoppelt zu sein. Deshalb werden beim Bilden der Prozessketten zunächst Puffer vorgesehen, die dann im Zuge der Gestaltung der Steuerung und der Dimensionierung der Prozessschritte wegfallen oder möglichst gering dimensioniert werden. Ziel ist es bei der Planung Puffer zur Überbrückung zeitlicher Differenzen einzusetzen und die Entkopplungspuffer durch richtige und gesicherte Informationen sowie eine hohe Prozessqualität unnötig zu machen (vergleiche die Leitlinie 3: *Prozesse in Fluss bringen* und Leitlinie 9: *Prozesse robust gestalten*).

Die Realplanung unterliegt vielen Restriktionen, die in diesem und in den weiteren Planungsschritten berücksichtigt werden müssen. Diese Einschränkungen müssen nun strukturiert aufgenommen und bewertet werden, da sie den Korridor vorgeben, in dem sich die Prozessvarianten bewegen können. Die Restriktionen können folgenden Bereichen entstammen (in Anlehnung an [Gün-2013b, S. 38] und [Hom-2007, S. 335]):

- Produkt oder Produkteigenschaften
 - Beschaffenheit
 - Empfindlichkeit
 - Größe, Form
- Angrenzender Produktionsprozess
- Verfügbarer Raum, verfügbare Wege
- Bestehende logistischen Infrastruktur
- Verkehrsanbindung zwischen den betreffenden Standorten
- Zeitliche Beschränkungen
 - Verfügbare Vorsteuerzeit
- Kosten bzw. Zielkosten
- Rechtliche oder gesetzliche Rahmenbedingungen, Verordnungen
 - Zoll
 - Normen

5 Planung eines schlanken Logistikprozesses

- Arbeitsschutzbestimmungen
- Unternehmensstrategie, -philosophie
 - Staplerfreiheit
 - Transparenz durch IT
- Netzwerk zur Bündelung bzw. Verteilung
 - beim Kunden
 - im Bereich der Logistik
 - beim Lieferanten

Bei allen Einschränkungen ist kritisch zu prüfen, ob sie mit den geplanten Prozessketten vereinbar sind oder ob Anpassungen vorgenommen werden müssen. Sobald weitere Prozessschritte notwendig werden, wird nachvollziehbar dokumentiert welche Restriktion diese Ergänzung unvermeidbar gemacht hat (Abbildung 5-4). Dadurch soll es einerseits gelingen, dass sich die Planung nur im nötigen Maße vom Idealprozess wegbewegt, andererseits sind nachvollziehbare Entscheidungen im Planungsprozess im Nachgang äußerst hilfreich, um bei Überplanungen oder geänderten Randbedingungen zielgerichtet Planungsentscheidungen zu prüfen oder zu korrigieren.

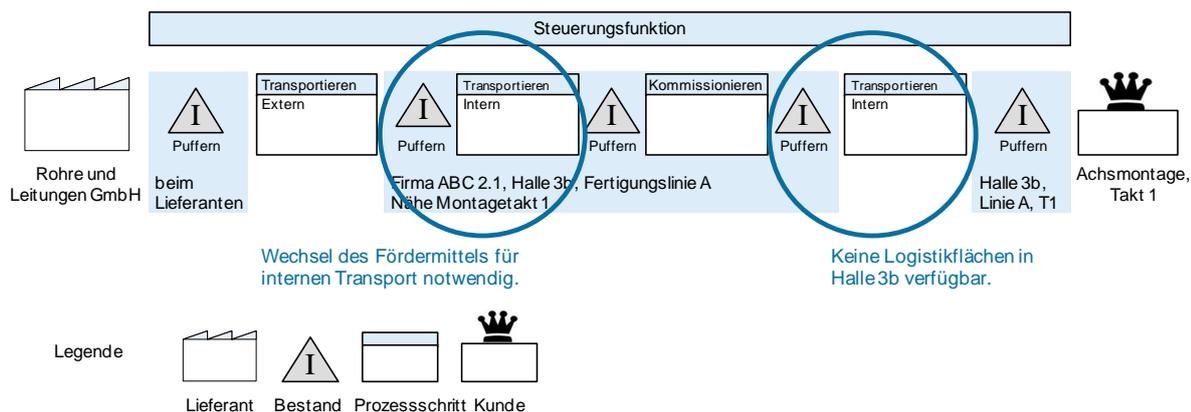


Abbildung 5-4: Beispiel für die Dokumentation einer Prozessalternative (in Anlehnung an [Gün-2013b, S. 42])

Auf diese Weise entstehen eine Variante oder mehrere Varianten funktionsorientierter Materialflüsse auf Basis der logistischen Grundfunktionen, die unter den gegebenen Bedingungen umsetzbar erscheinen und die im Planungsvorgehen weiterverfolgt werden. Die Planung strebt dabei immer Prozessketten aus möglichst wenigen Prozessschritten an, um einen möglichst aufwandsarmen, schlanken Wertstrom zu erhalten. Im Laufe der Grobplanung werden Varianten, die sich als unnötig aufwendig erweisen, verworfen, um letztlich ein bis zwei Varianten zu dimensionieren und dann eine Entscheidung für einen Wertstrom zu treffen, der realisiert werden soll.

Handelt es sich bei der Planungsaufgabe um eine Umplanung bestehender Prozesse, d. h. existiert für die betrachtete Auftragsfamilie bereits ein Logistikprozess, so

muss neben der Bildung von Prozessketten in Anlehnung an den Idealprozess eine kritische Untersuchung des bestehenden Materialflusses erfolgen. Dazu wird der existierende Materialfluss inklusive Steuerung und zugehörigem Informationsfluss mit Hilfe der logistikorientierten Wertstromanalyse (vgl. [Gün-2013b]) aufgenommen und analysiert. Auch beim aktuellen Prozess haben verschiedene Einschränkungen dazu geführt, dass sich nicht wertschöpfende Tätigkeiten und Ressourcen im Prozess befinden, die bei der Verbesserung des Materialflusses eliminiert oder maximal reduziert werden sollen. Jede Restriktion, die scheinbar zwangsläufig zu einer bestimmten Art der Prozessdurchführung führt, muss hinterfragt werden, um einerseits sicherzustellen, dass alle relevanten Randbedingungen berücksichtigt werden und andererseits überholte, verhandelbare, technisch lösbare oder unnötige Einschränkungen zu streichen. Dieser Schritt in der Planung sollte zum Austausch mit den operativen Mitarbeitern genutzt werden, um in der Planung gezielt vom Wissen der Mitarbeiter in den Prozessen zu profitieren und schon in einem frühen Planungsstadium Ziele der Umgestaltung zu kommunizieren.

5.2.6 Steuerung der Prozessschritte festlegen

Im Anschluss an die Anordnung der logistischen Grundfunktionen in Prozessketten müssen die Funktionen konkretisiert werden. Da die Steuerung der einzelnen Prozessschritte maßgeblich zur Effizienz des Materialflusses beiträgt und vorrangig von ihr gefordert ist, fließende und ziehende Prozesse umzusetzen (Leitlinie 3: *Prozesse in Fluss bringen* und Leitlinie 4: *Ziehende Prozesse realisieren*), konzentriert sich das Planungsvorgehen zuerst auf die Gestaltung der Steuerungsfunktion als logistische Grundfunktion.

Auftragnehmer und Schrittmacher festlegen

Die Steuerungsfunktion hat zu entscheiden und vorzugeben, was wann getan wird. Um fließende, aufeinander abgestimmte Abläufe zu erhalten, müssen sich alle Elemente des Wertstroms an einem Schrittmacher- oder Taktgeber orientieren können. Damit kann der Zeitpunkt festgelegt werden, wann der nächste Auftrag zu bearbeiten ist. Die Information über den Auftrag, also was als nächstes zu tun ist, erhält der Auftragnehmerprozess innerhalb des Wertstroms. Dieser gibt die Aufträge dann in der Kette weiter. Von außen werden also zwei Informationen in die logistische Kette eingesteuert, die beide vom Kunden kommen bzw. dessen Anforderungen widerspiegeln:

- der Takt, d. h. die zeitlichen Abstände, in denen die Kundenaufträge bearbeitet und fertiggestellt werden sollen, und
- der Auftrag, d. h. die Information über die Teile, Mengen, Zielorte etc.

Beide Informationen werden also im Sinne einer schlanken Logistik nur an einer Stelle in die Kette gegeben, damit sich innerhalb der logistischen Kette ein gleichmäßiger Arbeitsfluss einstellen kann. Der Auftragnehmerprozess kann gleichzeitig der Schrittmacherprozess sein. Die beiden Funktionen können innerhalb der Kette jedoch auch von zwei unterschiedlichen Prozessen übernommen werden.

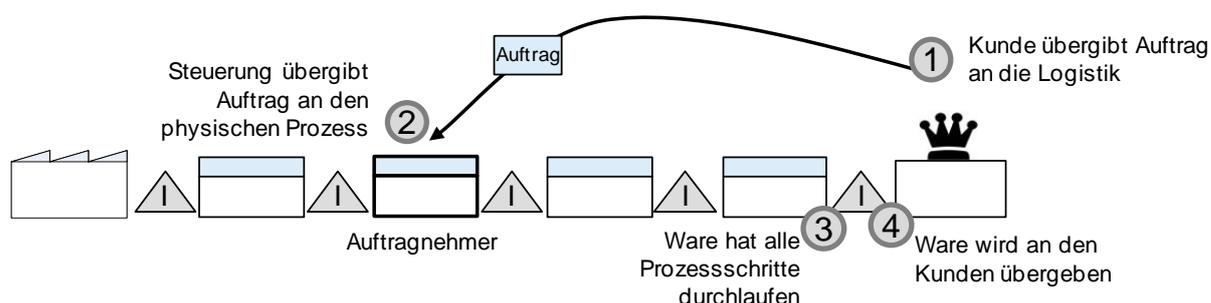
Der Auftragnehmerprozess ist der erste Schritt im Materialfluss, der auf Basis eines konkreten Kundenauftrags arbeitet. Ab diesem Punkt ist die Ware einem Auftrag zugeordnet und der Auftrag bewegt sich mit den Gütern durch den Materialfluss bis zum Kunden. Der Auftragnehmerprozess erhält also von der Steuerungsfunktion die einzelnen Aufträge, bearbeitet diese und gibt sie innerhalb der Kette weiter. Die Aufträge des bzw. der Kunden können von der Steuerung unmittelbar an den Auftragnehmerprozess weitergegeben werden oder bei Bedarf bezüglich der Auftragsreihenfolge bzw. des Auftragsmixes oder der Ankunfts- oder Freigabezeitpunkte angepasst werden. An dieser Stelle muss auch der Kundentakt (vgl. Leitlinie 3: *Prozesse in Fluss bringen*) berechnet werden, der vorgibt, in welchem zeitlichen Abstand die Aufträge bearbeitet werden müssen, um den Kundenanforderungen gerecht zu werden.

Wenn die Freigabe des Aufträge in gleichmäßigen Zeitabständen erfolgt, ist der Auftragnehmer gleichzeitig der Schrittmacher im Materialfluss, da hierdurch „was ist zu tun?“ und „wann ist es zu tun?“ gleichzeitig festgelegt ist. Die beiden Entscheidungen können jedoch auch an unterschiedlichen Stellen in der Prozesskette getroffen werden. Dann gibt ein anderer Prozessschritt für die gesamte Kette vor, wann der nächste Auftrag zu bearbeiten ist. Um fließende Prozesse zu realisieren, arbeitet der ganze Wertstrom in einem möglichst gleichmäßigen Takt (vgl. auch Leitlinie 3: *Prozesse in Fluss bringen*).

Wenn die Leistungsfähigkeit einzelner Prozessschritte aufgrund von Restriktionen sehr nahe an der vom Kunden geforderten Leistung liegt, also ein Engpass in der Kette existiert, muss diese logistische Einheit zum Schrittmacherprozess werden und den Takt für den gesamten Materialfluss vorgeben. Da dieser Prozessschritt keine (ausreichenden) zeitlichen Reserven hat, um Unregelmäßigkeiten auszugleichen, muss er den Takt für alle festlegen. Ist eine Realisierung aller Zykluszeiten (inkl. Flexibilitätsreserve) unterhalb des Kundentakts möglich, so kann der Schrittmacher freige wählt werden. Im Sinne der Leitlinie 4: *Ziehende Prozesse realisieren* befindet sich der Schrittmacherprozess möglich weit flussabwärts im Materialfluss. Eine unmittelbare Abbildung der Kundenanforderungen entsteht, wenn der Kundenprozess selbst der Taktgeber ist. Für gleichmäßig fließende und damit schlanke Prozesse ist es hierbei jedoch notwendig, dass der Kundenprozess gleichmäßig, d. h. getaktet arbei-

tet. Tut er das nicht, so können fließende Logistikprozesse nur erzielt werden, wenn die Kundenaufträge in einem angenommenen Kundentakt gearbeitet werden, der nicht dem tatsächliche Kundenverhalten entspricht, jedoch fließenden Prozessen in der Logistik dient. In diesem Fall muss der Takt innerhalb der Steuerung künstlich erzeugt und an den Schrittmacherprozess innerhalb der Logistikkette weitergegeben werden.

Um den Leitlinie 1: *Auf den Wert* konzentrieren und Leitlinie 3: *Prozesse in Fluss* bringen zu entsprechen und fließende, auftragsspezifisch arbeitende Prozessschritte zu erzielen, wird der Auftrag möglichst weit flussaufwärts, also in Richtung des Lieferanten eingesteuert. Der Auftragnehmerprozess ist dann der erste Fließprozess in der logistischen Kette. Gleichzeitig können bei dieser Entscheidung jedoch auch zeitliche Beschränkungen relevant sein. Die Zeitspanne zwischen der exakten Information über den Kundenauftrag und dem vom Kunden geforderten Fertigstellungszeitpunkt der logistischen Leistung entspricht der Summe aus der Durchlaufzeit ab dem Auftragnehmerprozess und einem zeitlichen Puffer, der ggf. für Änderungen in der Kundenauftragsreihenfolge durch die Steuerung und eine zeitliche Reserve genutzt werden kann (Abbildung 5-5).



Die Zeitspanne ① - ④ kann aufgeteilt werden in:

- Bildung einer Auftragsreihenfolge, evtl. weitere vorbereitende Schritte (Zeitspanne ① - ②)
- Durchlaufzeit vom Auftragnehmerprozess bis zum letzten Prozessschritt in der Kette (Zeitspanne ② - ③)
- Zeitlicher Puffer zur sicheren Erfüllung des Kundenwunsches (Zeitspanne ③ - ④)

Abbildung 5-5: Zusammenhang zwischen der Position des Auftragnehmerprozesses und der Vorsteuerzeit

Diese zeitlichen Zusammenhänge müssen bei der Festlegung des Auftragnehmerprozesses beachtet werden. Ziel der Planung ist es ein System zu gestalten, bei welchem die Zykluszeiten und die Durchlaufzeiten sehr gering sind. Damit ist es auch Ziel in der Lage zu sein, den Auftragnehmerprozess weit vorne in der Kette anzuordnen, um bestandsarm und kundenorientiert zu arbeiten.

Tabelle 5-6 fasst die wesentlichen Eigenschaften des Auftragnehmerprozesses und des Schrittmacherprozesses zusammen.

Der Auftragnehmerprozess	<ul style="list-style-type: none"> erhält die Aufträge von der Steuerung. arbeitet als erster Prozess in der Kette auftragspezifisch. ist der erste Fließprozess des Wertstroms.
Der Schrittmacher- oder Taktgeberprozess	<ul style="list-style-type: none"> arbeitet im von der Steuerung vorgegebenen Kundentakt. gibt den Kundentakt entlang der logistischen Kette weiter. ist entweder der Engpass im logistischen System, d. h. seine Maximalleistung liegt nahe an der vom Kunden geforderten Leistung und limitiert das Gesamtsystem oder befindet sich flussabwärts in der Nähe des Kunden.

Tabelle 5-6: Eigenschaften von Auftragnehmerprozess und Schrittmacherprozess

Die Dokumentation dieses Arbeitsschritts erfolgt über den Eintrag von Auftragnehmer und Schrittmacher in der funktionalen Prozesskette (Abbildung 5-6). Auch hier ist eine Variantenbildung möglich, z. B. wenn die Position des Auftragnehmerprozesses aufgrund der zeitlichen Beschränkungen und der zum jetzigen Planungszeitpunkt noch ungenauen Abschätzung der zu erwartenden Zyklus- und Durchlaufzeiten nicht abschließend festgelegt werden kann. Natürlich ist es später auch möglich bei Bedarf einen Rückschritt in diesen Planungsschritt zu machen.

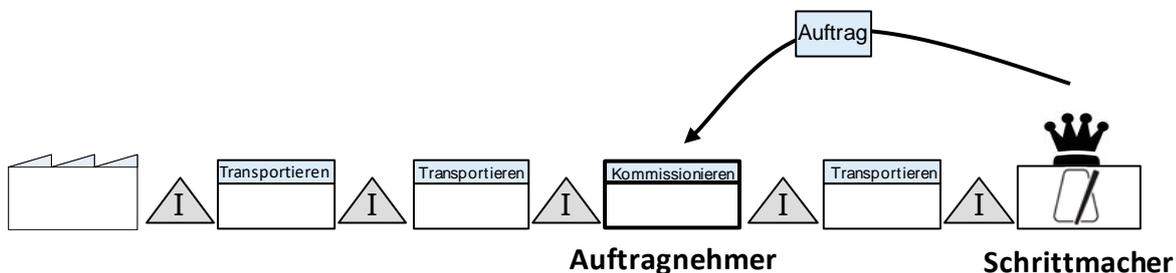


Abbildung 5-6: Beispiel für eine Kennzeichnung von Auftragnehmer und Schrittmacher

Oftmals werden die beiden Aspekte der Steuerung, die Information darüber was zu tun ist und wann es zu tun ist (oben als Auftrag und Takt bezeichnet), vermischt. Pull-Prozesse im Sinne des Lean-Gedankens als fließende, nicht stauende Prozesse (Leitlinie 4: *Ziehende Prozesse realisieren*) entstehen, wenn der Takt flussabwärts in Richtung des Kunden vorgegeben wird, d. h. die Freigabe zur Durchführung des nächsten Auftrags am Ende der Kette geschieht. Die Position der Auftragseinstellung (Auftragnehmer) ist davon unabhängig.

Meist werden Pull-Prozesse jedoch mit einer Einsteuerung der Aufträge an der Kundenseite in der Prozesskette gleichgesetzt. Dies führt meist zu einer Kanban-Steuerung, die ihre Berechtigung hat, jedoch nur den ersten Schritt auf dem Weg zu

wirklich fließenden Materialflüssen darstellt. Wie in der Leitlinie 3: *Prozesse in Fluss bringen* dargestellt, sind (verkettete) Fließprozesse anzustreben, die jedoch aufgrund der höheren Abhängigkeit zwischen den Prozessen und damit geringerer Flexibilität und höherem prozessspezifischem Planungsaufwand schwieriger zu realisieren sind.

Bei der Überplanung eines existierenden Wertstroms muss zunächst die bisher umgesetzte Steuerung verstanden werden. Dazu sind der oder die Auftragnehmer sowie – soweit vorhanden – der Schrittmacherprozess zu identifizieren, im aufgenommenen Wertstrom zu markieren und die verwendeten Steuerungsarten einzutragen.

Standardisierte Steuerungsbausteine nutzen

Die Planung muss dafür Sorge tragen, dass jeder Prozessschritt im Materialfluss gezielt angesteuert wird, d. h. mit der Information was wann zu tun ist versorgt wird, um verlässliche, robuste Prozesse zu erhalten (siehe auch Leitlinie 7: *Standards setzen* und Leitlinie 9: *Prozesse robust gestalten*). Die konzeptionellen Möglichkeiten Prozesse zu steuern sind dabei begrenzt. Im Detail sind unzählige Ausgestaltungsvarianten möglich, während die Zahl der zu Grunde liegenden Steuerungsprinzipien überschaubar bleibt. Aus diesem Grund ist es möglich Bausteine zu bilden, die die prinzipiellen Steuerungsarten standardisiert abbilden. Gleichzeitig erreicht die Verwendung von standardisierten Bausteinen eine weitere Strukturierung der Planung und bildet die Möglichkeit Wissen, Erfahrungen und Referenzanwendungen zu den einzelnen Steuerungsarten abzulegen. Außerdem erhöht die Nutzung von Standard-elementen die Nachvollziehbarkeit von Planungen und vereinfacht die Kommunikation unter Planern, mit anderen Abteilungen, mit operativen Mitarbeitern und Entscheidern.

Aus diesen Gründen greift das entwickelte Planungsvorgehen an dieser Stelle auf einen Katalog standardisierter Steuerungsbausteine zurück, zu welchen jeweils ein Steckbrief ausgearbeitet und eine Darstellungsform zur Dokumentation im Wertstrom festgelegt wurde. Das Vorgehen zur Nutzung dieser Bausteine ist nachfolgend beschrieben. Zunächst sollen die die gebildeten Steuerungsbausteine kurz vorgestellt werden. Diese decken die gängigen Möglichkeiten zur prinzipiellen Steuerung logistischer Abläufe ab:



Kanban. Der Baustein enthält aufgrund der Umsetzungskomplexität und Vielfalt dieser Steuerungsart eine Kurzbeschreibung der Pull-Steuerung Kanban, die notwendigen Angaben auf einer Kanban-Karte, die Voraussetzungen für eine Kanbansteuerung, Informationen zu der Gestaltungsvariablen von Kanban, gängige Umsetzungslösungen und die Berech-

nungslogik zur Auslegung eines Kanban-Kreises. Hinweise für den Planer runden den Steckbrief ab.



Im Fluss. Der Baustein Im Fluss beschreibt das Prinzip von Fließprozessen die zunächst nicht taktgebunden sind. Der Takt entsteht aus dem Arbeitstempo der Schrittmacherprozesses. Der Steckbrief enthält außerdem Gestaltungsvarianten und Hinweise für die Planung.



FIFO-Steuerung. Die Kopplung mit Hilfe eines begrenzten FIFO-Puffers führt zu einer losen zeitlichen Verknüpfung des Nachfolgerprozesses an den Output des Vorgängers. Der Steckbrief beschreibt Eigenschaften dieser Steuerungsart und enthält Regeln zur Umsetzung.



Go See Push/Pull. Der Baustein Go See bildet eine Steuerung bei der dem Mitarbeiter Freiräume bezüglich der Durchführung seiner Tätigkeit eingeräumt werden. Er arbeitet nach Gefühl oder Erfahrung. Beschrieben sind die Bedingungen, unter denen eine derartige Steuerung eingesetzt werden kann. Der Planer legt fest, ob sich der Mitarbeiter am Nachfolgerprozess (Pull) oder am Lieferprozess (Pull) orientiert.



Auftrag. Die Steuerung mit Aufträgen kommt beim Auftragnehmerprozess zum Einsatz. Neben Hinweisen zur Auftragsfreigabe sind weitere Einsatzmöglichkeiten im Steckbrief beschrieben.



Verkettete Fließprozesse. Diese Steuerungsart entspricht dem Fließband oder der Fließfertigung in der Produktion. Ein gemeinsamer Takt verbindet alle Prozessschritte, die in jedem Takt einen Auftrag bearbeiten und weitergeben. Der Steckbrief beschreibt die Bedingungen für diese strenge Verkettung und die Vorteile überlappender Losfertigung.



Fahrplan bzw. Taktung. Eine Entkopplung von vor- oder nachgelagerten Prozessen gelingt mit Hilfe eines Fahrplans oder einer Taktung. In der Logistik kommt diese Steuerungsart bei der Durchführung von Transporten zur Anwendung. Die konkreten Aufträge für jede Fahrt werden dem vorgelagerten Puffer entnommen. Der Steckbrief weist auf mögliche Einsatzfelder hin und beschreibt die Eigenschaften des Steuerungsbausteins.



Push. Der Baustein Push bezeichnet die Arbeit nach einem vorgegebenen Auftragsprogramm, das sich nur mittelbar am Kunden orientiert und keine Abstimmung innerhalb der Kette vorsieht. Der Steckbrief be-

schreibt kurz die Eigenschaften der Steuerungsart und den möglichen Einsatzfall einer Build-to-Stock-Strategie.¹⁸

Ergänzungen z. B. um die Steuerung nach dem Prinzip Belastungsorientierte Auftragsfreigabe BOA (vgl. z. B. [Arn-2008, S. 337]) sind jederzeit möglich. Beim Hinzufügen weiterer Steuerungsbausteine sollte darauf geachtet werden, dass der gewählte Detaillierungsgrad beibehalten wird, um den Charakter eines Standards beizubehalten.

Die Anwendung der Steuerungsbausteine erfolgt, wie nachfolgend erläutert, nach der Regel:

Flussabwärts eine Auftrags-Push-Steuerung und flussaufwärts eine Auftrags-Pull-Steuerung einsetzen.

Alle Prozessschritte die sich nach dem Auftragnehmerprozess in Richtung des Kunden also flussabwärts befinden, erhalten die Information darüber, was zu tun ist (den Auftrag) vom vorgelagerten Prozessschritt. Der Lieferprozess gibt die Ware zusammen mit dem zugehörigen Auftrag im Takt des Schrittmachers an den Prozess weiter. Er „schiebt“ den Auftrag zum Nachfolger, weshalb von einer Auftrags-Push-Steuerung die Rede ist.

¹⁸ Alle entwickelten Steuerungsbausteine können Günthner, W.; Durchholz, J.; Klenk, E.; Boppert, J.: Schlanke Logistikprozesse. Handbuch für den Planer [Gün-2013b] entnommen werden.

Mögliche Steuerungsbausteine für den flussabwärts gelegenen Teil des Wertstroms sind:

- Im Fluss
- FIFO-Steuerung
- Go See Push
- Verkettete Fließprozesse

Da „Im Fluss“ der direkten Verkettung zweier Prozessschritte ohne Entkopplung durch einen Puffer entspricht, entfällt in der Prozesskette beim Einsatz dieser Steuerungsart der Puffer.

Vom Auftragnehmerprozess in Richtung des Lieferanten werden Steuerungsarten verwendet, bei welchen der Prozess nach Vorgaben des nachgelagerten Prozessschritts arbeitet. Er erhält seinen Auftrag also dadurch, dass der Nachfolger ihm seinen Bedarf meldet. Umgesetzt wird eine Auftrags-Pull-Steuerung durch die Steuerungsbausteine

- Kanban und
- Go See Pull.

Die Steuerungsvarianten *Fahrplan* bzw. *Taktung* und *Push* können unter den oben kurz beschriebenen Sonderbedingungen zum Einsatz kommen.

Resultat dieses Planungsschritts ist dann z. B. ein Wertstrom wie in Abbildung 5-7.

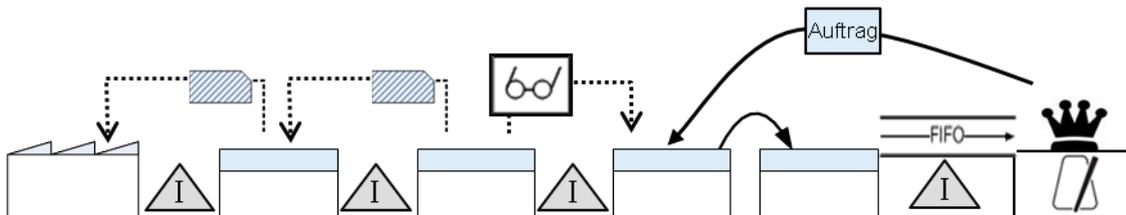


Abbildung 5-7: Beispiel für die Dokumentation der Steuerung

5.2.7 Am Kundentakt ausrichten, Bündeln prüfen

Im sechsten Planungsschritt wurde die Steuerung in groben Zügen konzipiert. Im Anschluss erfolgt die Konkretisierung der geplanten zeitlichen Abläufe im Materialfluss. Hierbei steht die Erfüllung der Ziele Leitlinie 3: *Prozesse in Fluss bringen* und Leitlinie 2: *Am Wertstrom orientieren* im Fokus. Es gilt fließende Prozesse zu erreichen, die verschwendungsfrei oder zumindest verschwendungsarm arbeiten. Fluss und Takt müssen mit Effizienz durch eine hohe Ressourcennutzung, d. h. hohe Auslastung, vereinbart werden, wobei Fluss Priorität hat und nicht zugunsten einer höheren Auslastung aufgegeben werden darf. Hier gilt es für den Planer

Fingerspitzengefühl zu zeigen und ein ausgewogenes flussorientiertes System zu gestalten.

Der Arbeitstakt des Materialflusses orientiert sich am Kundentakt, der sich aus der verfügbaren Arbeitszeit je Tag und der Anzahl der Kundenaufträge pro Tag errechnet (vgl. Leitlinie 3: *Prozesse in Fluss bringen*). Damit alle Prozessschritte gleichmäßig arbeiten können und im Sinne des One-Order-Flow, sollte jeder Arbeitsgang die Ware zum bearbeiteten Kundenauftrag im Kundentakt an den Nachfolgerprozess weitergeben. Damit die Ressourcen optimal genutzt werden und um gleichzeitig im Sinne robuster Prozesse ausreichend vorbereitet zu sein, sollte die Auslastung der Einzelprozesse im Standardfall etwa 85 Prozent betragen und die Zykluszeit je Auftrag dem um die Flexibilitätsreserve von 15 Prozent geminderten Kundentakt entsprechen¹⁹.

Reicht der in der Auftragsfamilie betrachtete Arbeitsumfang nicht aus, um eine gute Auslastung der Prozessschritte bzw. der in den Prozessschritten arbeitenden Ressourcen (Mitarbeiter oder Arbeitsmittel) zu erzielen, werden Bündelungsmöglichkeiten geprüft, die mit der Vorgabe fließender Prozesse vereinbar sind. Es existieren zwei prinzipielle Bündelungsvarianten (Abbildung 5-8):

- **Vertikales Bündeln:** In einem Prozessschritt und einem Arbeitstakt werden mehrere Aufträge aus unterschiedlichen Auftragsfamilien bearbeitet. Weil hierbei Bündelungsfamilien aus verschiedenen Wertströmen gebildet werden, wird der Begriff *vertikales Bündeln* verwendet.
- **Horizontales Bündeln:** Wenn in einem Prozessschritt mehrere gleiche Aufträge nacheinander oder gleichzeitig bearbeitet werden, wird die Losgröße erhöht. Da die Aufträge innerhalb eines Wertstroms zusammengefasst an den nächsten Prozess weitergegeben werden, wird der Begriff *horizontales Bündeln* verwendet.

¹⁹ Die genannte Flexibilitätsreserve von 15 Prozent bildet einen praxisüblichen Wert ab, der im Forschungsprojekt LEAN:log mit Logistikexperten ermittelt wurde. Der Wert kann jedoch unternehmens- oder planungsspezifisch angepasst werden. Der Wert korrespondiert mit der Zuverlässigkeit und der Bedeutung der Kundenorientierung im betrachteten Prozess.

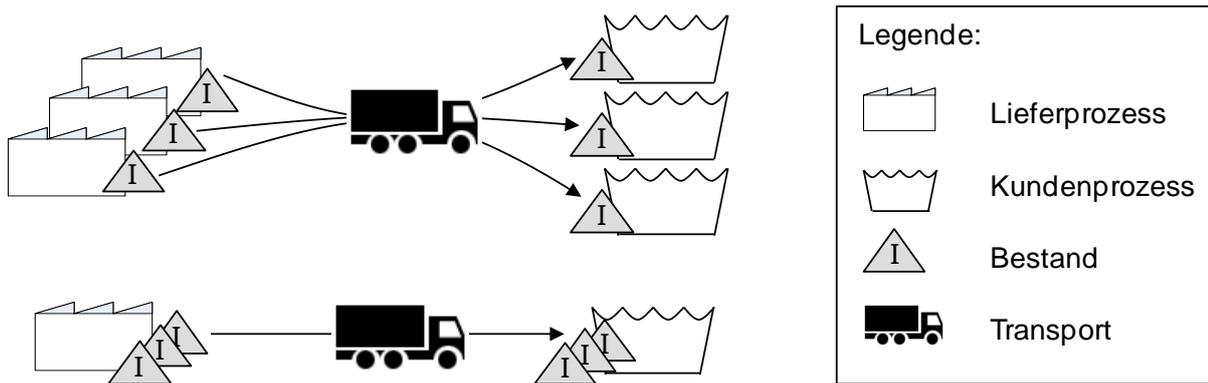


Abbildung 5-8: Vertikales Bündeln (oben) und horizontales Bündeln (unten) am Beispiel Transport

Während in der Produktion der Wechsel zwischen der Bearbeitung unterschiedlicher Produkte mit Rüstzeiten verbunden ist, kann die Logistik unkompliziert verschiedene Produkte transportieren, kommissionieren, lagern etc. ohne Anpassungen im Prozess vornehmen zu müssen, solange die logistisch relevanten Eigenschaften der Güter übereinstimmen. Für die Logistik sind beispielsweise im Fall von Transportprozessen Abmessungen oder Gewichte entscheidend, die sich auf die Wahl des Transportmittels auswirken. Hier profitiert die Logistik jedoch von einer umfassenden Standardisierung bei den logistischen Handhabungseinheiten wie Behältern oder Ladehilfsmitteln, was die Gleichbehandlung einer Vielzahl von Gütern und damit Kundenaufträgen möglich macht. Rüstzeiten oder Zeiten, um das Arbeitsmittel zu wechseln, fallen deshalb in Logistikprozessen wesentlich seltener an als in der Produktion, was das Bearbeiten kleiner Losgrößen im Wertstrom bzw. das Bündeln verschiedener Aufträge einfacher möglich macht.

Um dem Kundentakt trotz einer gebündelten Bearbeitung von Aufträgen zu entsprechen, müssen geeignete Aufträge für eine Bündelung ausgewählt werden. Dazu werden zunächst gleiche logistische Funktionen in den Wertströmen anderer Auftragsfamilien gesucht. Danach wird geprüft, ob sich die Aufträge für eine Bündelung im betrachteten Prozessschritt eignen. Dazu müssen die logistisch relevanten Eigenschaften bezüglich der Logistikfunktion und der Kundentakt des Wertstroms ähnlich sein. Gelingt es eine Bündelungsfamilie aus verschiedenen Auftragsfamilien zu bilden, so können die freien Kapazitäten durch die anderen Aufträge der Bündelungsfamilie genutzt und Ressourcen eingespart werden (Abbildung 5-9). Beispiele für vertikales Bündeln beim Transportieren sind der Einsatz von Routenzügen oder Milkruns.

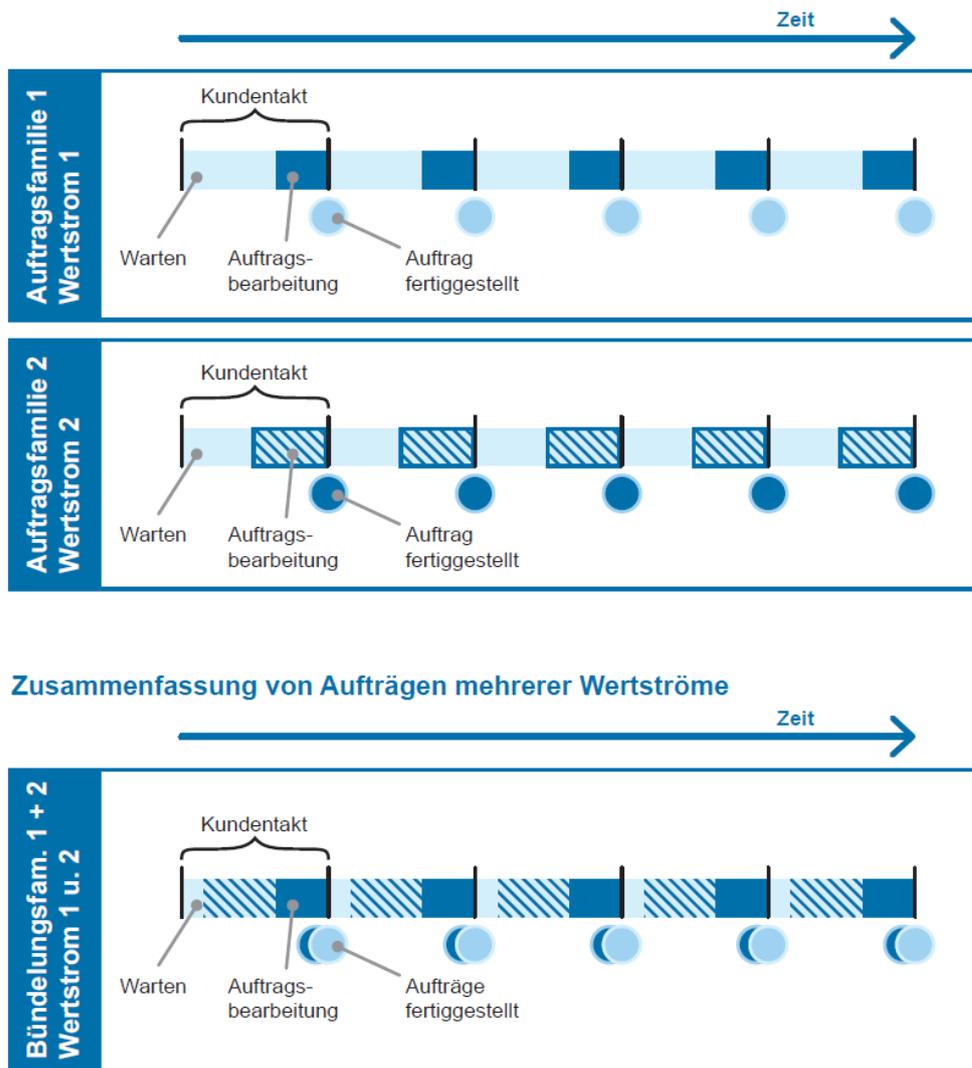


Abbildung 5-9: Erhöhung der Auslastung durch vertikales Bündeln [Gün-2013b, S. 51]

Die Alternative, horizontal über die Erhöhung der Losgröße zu bündeln, **widerspricht** dem Ziel fließender Prozesse, da die Güter vor und nach dem Prozessschritt warten müssen bis die Losgröße erreicht ist. Es bilden sich Bestände und es entsteht unnötige Verschwendung. Im Bewusstsein, dass One-Order-Flow angestrebt wird, kann die Bearbeitung kleiner Losgrößen eine Möglichkeit sein, die Auslastung auf ein akzeptables Maß zu erhöhen. Im Sinne der Leitlinie 5: *Perfektion anstreben* ist die Reduzierung der Losgröße bereits ein wichtiger Schritt in die richtige Richtung. In diesem Fall findet eine Auslastungserhöhung nach dem in Abbildung 5-10 dargestellten Prinzip statt.

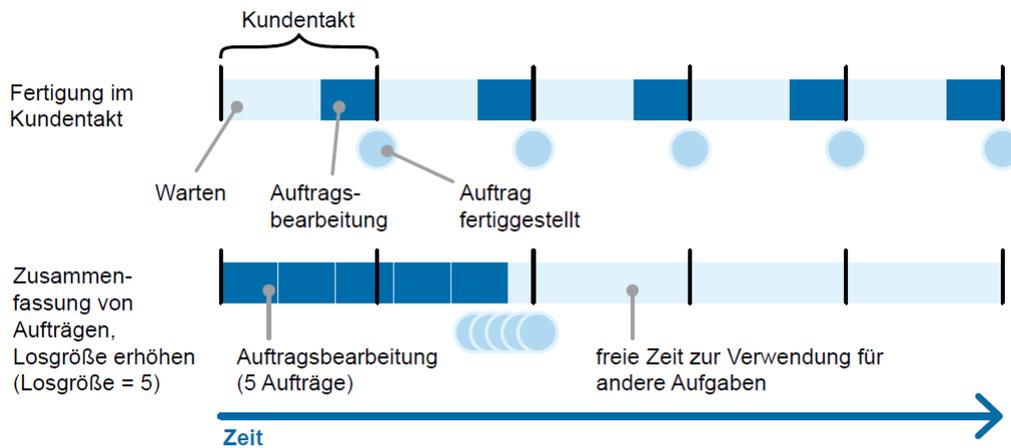


Abbildung 5-10: Erhöhung der Auslastung durch horizontales Bündeln [Gün-2013b, S. 52]

Auch die Auswahl von Behältergrößen bzw. -kapazitäten stellt eine Entscheidung zum Bündeln dar. Je nach Teilegröße müssen sinnvolle logistische Einheiten gebildet werden, die zu den Kapazitäten der verwendeten Arbeitsmittel passen. Dabei sind möglichst kleine Einheiten anzustreben, um Verschwendung zu vermeiden, die mangelndem Fluss geschuldet ist. Diese Festlegung hängt demnach eng mit der Auswahl der Arbeitsmittel zusammen und muss in Iterationsschleifen mit den Planungsschritten 9 *Umsetzungsvariante je Funktion auswählen* und 10 *Prozess detaillieren*: Die Aspekte *Technik und Mensch* fixiert werden.

Die Abschätzung der Zykluszeiten zur Beurteilung der erwarteten Auslastung der Prozessschritte kann zum jetzigen Planungszeitpunkt nur sehr ungenau bestimmt werden. Eine endgültige Aussage über Bündelungsfamilien ist aufgrund dieser Unsicherheit nicht möglich. Im diesem siebten Planungsschritt werden die ersten Überlegungen zu diesen Zusammenhängen und Möglichkeiten angestellt und aussagekräftig dokumentiert, um frühzeitig Optionen zu erkennen, die im weiteren Planungsverlauf Berücksichtigung finden können. Die Festlegung der Bündelungsfamilien kann erst im Rahmen der Dimensionierung der einzelnen Prozessschritte, d. h. der Feinplanung, erfolgen. Hier ggf. sind wieder Rückschritte in vorangegangene Planungsschritte notwendig.

Bei der Neugestaltung bestehender Materialflüsse muss die Ausrichtung des Wertstroms am Kundentakt geprüft werden, um dann zu entscheiden, inwiefern Zykluszeiten, Losgrößen oder Bündelungen mit dem Ziel fließender Prozesse neu geplant werden können.

5.2.8 Layout grob planen

Im weiteren Verlauf der Planung werden strukturelle Festlegungen getroffen, die mit der Zuordnung der logistischen Funktionen zu Werks- oder Logistikflächen beginnen.

Eine erste grobe Layoutplanung ist notwendig, um Aussagen über Flächen und Wegstrecken zu erhalten, die für die nachfolgende Konkretisierung der bisher nur auf eine logistische Funktion reduzierten Prozessschritte erforderlich sind.

Meist existieren bei der Layoutplanung viele Restriktionen, da bestehende Strukturen, Einrichtungen und Materialflüsse zu berücksichtigen sind. Oftmals bleiben nur sehr begrenzte Möglichkeiten, innerhalb derer die neuen Materialflüsse stattfinden müssen. Deshalb gilt es in diesem Planungsschritt aufzuzeigen, wo Fixpunkte für den Materialfluss liegen und welche Variablen genutzt werden können. Beides ist im Layout zu vermerken (Abbildung 5-11), damit davon ausgehend Varianten gebildet werden können, bei denen die Funktionsbereiche möglichst im Fluss angeordnet werden. Jeder Funktion wird dazu eine grob abgeschätzte Fläche zugewiesen. Das Layout wird nicht nach Bereichen gestaltet, sondern folgt dem Wertstrom. Anzustrebendes Ziel ist: Die Form folgt der Funktion und nicht umgekehrt. **Form follows Flow.**

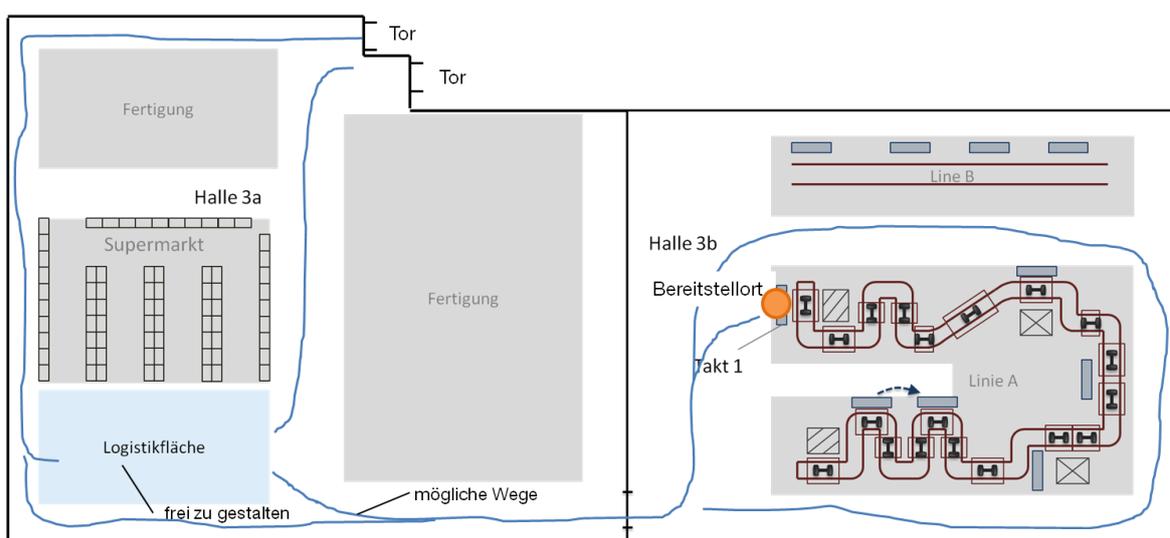


Abbildung 5-11: Beispiel für die Dokumentation des Groblayouts (in Anlehnung an [Gün-2013b, S. 57])

Alle Informationen, die in diesem Planungsschritt gesammelt, und Festlegung, die an dieser Stelle getroffen werden, finden sich nach Abschluss des Planungsschritts im Layout wieder, an dessen Detaillierung kontinuierlich weiter gearbeitet wird.

Auf Basis des Groblayouts oder mehreren Groblayoutvarianten können nochmals Überlegungen zu geeigneten Bündelungen (Planungsschritt 7) angestoßen werden, die sich aus der räumlichen Nähe zu anderen Materialflüssen ergeben. Die Gestaltung des endgültigen Layouts geschieht im Rahmen der Auslegung und Feinplanung.

Bei der Überplanung eines bestehenden Materialfluss muss ebenfalls kritisch geprüft werden, ob das Layout dem Fluss folgt und welche Verbesserungen möglich wären,

um einen transparenteren Wertstrom, kürzere Wege oder einfachere Prozesse zu erreichen. Ggf. können Änderungen im Layout oder im Wertstrom notwendig werden.

5.2.9 Umsetzungsvariante je Funktion auswählen

Im neunten Planungsschritt wird die bislang funktionale Sicht des Logistiksystems konkretisiert, um eine grobe Systemstruktur des geplanten Materialflusses zu erhalten. Dazu wird für jede logistische Grundfunktion im bisher geplanten Wertstrom eine den Erfordernissen entsprechende Umsetzungsvariante gewählt.

Jede der logistischen Grundfunktionen ist in den Unternehmen in einer Vielzahl von Varianten umgesetzt. Die Technik bietet vielfältige immer neue Alternativen, um die logistischen Aufgaben zu erfüllen. Dennoch lassen sich die zugrunde liegenden Konzepte für die Gestaltung von Transport-, Lager-, Verteil- oder Kommissionierprozessen auf eine überschaubare Anzahl reduzieren und es gelingt, den einzelnen Prozessschritt strukturiert zu gestalten, wenn die Prozessstruktur zunächst unabhängig von der technischen Gestaltung geplant wird. Die Konzepte, auf Basis derer die Grundfunktionen realisiert werden können, bilden einen Katalog aus Prozessbausteinen, der für jede logistische Grundfunktion konzeptionelle Prozessvarianten enthält. Auf diese standardisierten Bausteine greift der Planer an dieser Stelle zu, um für die Funktionen im Materialfluss geeignete Umsetzungen auszuwählen. Der Katalog ist erweiterbar und enthält bisher die wichtigsten gängigen Konzepte für jede Logistikfunktion:

Logistische Grundfunktion	Prozessbausteine
Transportieren/Fördern	<ul style="list-style-type: none">• Direktverkehr intern*• Routenverkehr (intern)*• Fördertechnik mit fixierter Strecke*• Direktverkehr extern*• Milkrun (extern)*• Fixierte 1:1-Verbindung (Zug)• Transport über Konsolidierungspunkt*

Puffern/Lagern	<ul style="list-style-type: none"> • Lager (Nachschub über Disposition)* • Supermarkt (und Bereitstellpuffer)* • FIFO-Puffer/FIFO-Bahn* • Pufferfläche*
Menge und Zusammenstellung verändern	<ul style="list-style-type: none"> • Sequenz bilden* • Set bilden* • Kommissionieren/Sammeln* • Konsolidieren* • Vereinzeln*
Servicewert erhöhen	<ul style="list-style-type: none"> • Buchen • Logistkarbeitsplatz für Ver-/Entpacken, Etikettieren, Prüfen*²⁰

Tabelle 5-7: Liste der Prozessbausteine

Die logistischen Grundfunktionen Sammeln bzw. Verteilen und Kommissionieren bzw. Sortieren sind unter dem Begriff *Menge und Zusammenstellung verändern* zusammengefasst, da Mengen- und Zusammenstellungsveränderungen oftmals sinnvoll gemeinsam durchgeführt werden können. Die Tätigkeiten Ver- bzw. Entpacken, Etikettieren, Informationen Erzeugen oder Prüfen sind bislang nicht näher ausgeführt, da diese Arbeitsplätze ohne verallgemeinerbare konzeptionelle Unterschiede individuell in einer Feinplanung gestaltet werden können. Existieren in einem Unternehmen Standardarbeitsplätze für diese Aufgaben können diese Varianten den Katalog der Prozessbausteine ergänzen.

Zu den Prozessbausteinen enthält der Katalog jeweils einen Steckbrief mit einer kurzen Beschreibung, dem Anwendungsfeld sowie Vor- und Nachteilen und Hinweisen zur Ausgestaltung. Den Prozessbausteinen zu den Grundfunktionen Transportieren/Fördern sowie Lager/Puffern ist jeweils eine Auswahlhilfe vorangestellt, die die wesentlichen Eigenschaften der Prozessbausteine gegenüberstellt und bei der Auswahl des günstigsten Umsetzungskonzepts unterstützt.

Exemplarische Auswahl der Prozessbausteine für einen internen Fördervorgang (Direktverkehr, Routenverkehr)

Die Festlegung der Umsetzungsvariante je Logistikfunktion innerhalb des Wertstroms orientiert sich an den Zielgrößen schlanker Logistikprozesse, um einen schlanken Materialfluss zu realisieren. Die Eigenschaften der unterschiedlichen Prozessbausteine bzw. -konzepte auf die Zielsetzungen sollen deshalb am Beispiel der Planung eines internen Transportprozesses diskutiert werden.

²⁰ Die mit * markierten Prozessbausteine sind in Günthner, W.; Durchholz, J.; Klenk, E.; Boppert, J.: *Schlanke Logistikprozesse. Handbuch für den Planer* [Gün-2013b] enthalten.

Prozessbaustein Direktverkehr intern

Der Prozessbaustein *interner Direktverkehr* bezeichnet eine Transportkette ohne Umschlag, d. h. eingliedrig, die die Ware ohne weitere Stopps in einer 1:1-Verbindung von einem Lieferprozess zu einem Kundenprozess transportiert. Ziel ist es diesen Vorgang möglichst ohne Verschwendung, d. h. mit hoher Effizienz, durchzuführen, was die Forderung nach einer hohen Auslastung des Fördermittels mit sich bringt (Leitlinie 2: *Am Wertstrom orientieren*).

Es gibt mehrere Möglichkeiten, um dieser Forderung nachzukommen:

- **Hohe Fördermenge:** Bei einem hohen Fördervolumen bzw. einer hohen Fördermenge pro Kundenauftrag bzw. Logistiktakt kann die Kapazität des Fördermittels gut ausgenutzt werden. Dies ist der Fall bei einem hohen (Kunden-)Bedarf pro Zeit, großen zu transportierenden Behältern, großen sperrigen Teilen, oder vielen Behältern, die in einem Zyklus transportiert werden müssen.
Wichtig ist die Orientierung am Kundentakt bzw. am Takt des logistischen Wertstroms, um eine Unterbrechung des Flusses zu verhindern (Leitlinie 3: *Prozesse in Fluss bringen*).
- **Angepasste Fördermittelkapazität:** Durch die Auswahl eines Fördermittels mit angepasster Lademenge, kann eine hohe Kapazitätsauslastung des Transportprozesses erreicht werden. Bei Transportmitteln, die einen Fahrer benötigen, ist dieses Vorgehen nur teilweise zielführend, da die Personalkosten je Zyklus unabhängig von der Transportkapazität etwa gleich hoch bleiben. Gleiches gilt für Fördermittel, die unabhängig von der genauen Transportkapazität etwa gleich viel kosten, z. B. Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF).
- **Vertikales Bündeln:** Der gleichzeitige Transport verschiedener Kundenaufträge im Direktverkehr ist mit Einschränkungen möglich. Die Waren müssen den gleichen Start- und Zielpunkt haben und unter gleichen Transportbedingungen, d. h. im Wesentlichen mit dem gleichen Fördermittel, gefördert werden dürfen.

Kann die Kapazität des Fördermittels mit diesen Möglichkeiten nicht in hohem Maße genutzt werden, so muss beim Einsatz eines Direktverkehrs Verschwendung in Kauf genommen werden, weshalb der Direktverkehr dann möglichst nur für kurze Strecken oder seltene Vorkommnisse, Sonderfälle oder unregelmäßige Bedarfe genutzt werden sollte. Ein Direktverkehr kann auch dann eingesetzt werden, wenn die anderen Transportkonzepte ausscheiden z. B. bei schweren oder sperrigen Teilen, für die die Nutzung der anderen Transportkonzepte sehr aufwendig wäre. Hier kommt der Vorteil des Direktverkehrs zum Tragen, bei welchem ein Fördermittel gewählt werden kann, das genau auf die Bedürfnisse des bedienten 1:1-Verbindung und die transpor-

tierte Ware abgestimmt ist. Einschränkend wirkt dann wiederum die Auslastung des Arbeitsmittels und Personals über die Zeit. Eventuell ist eine vertikale Bündelung, bei der die Aufträge nacheinander in einem Zyklus durchgeführt werden, möglich. Dann entsteht ein Arbeitszyklus aus zwei getrennten Fahrten mit jeweils unterschiedlicher Ware und unterschiedlichen Start- und Zielpunkten. Die hohe Standardisierung im Bereich der Behälter und Lastaufnahmemittel bietet dazu gute Voraussetzungen und vermeidet Rüstzeiten oder den Wechsel des Arbeitsmittels.

Resultat dieser Überlegungen ist eine stichpunktartige Charakterisierung eines Einsatzfalles für den Prozessbaustein Direktverkehr intern mit den folgenden Eigenschaften (Tabelle 5-8).

Prozessbaustein Direktverkehr intern		
Charakterisierung der Einsatzfälle		
Menge, Bedarf	hoher Bedarf pro Zeit	x
	mittlerer Bedarf pro Zeit	
	niedriger Bedarf pro Zeit	x
	unregelmäßiger Bedarf	x
	regelmäßiger Bedarf	
Teile	kleine Teile	
	große, sperrige Teile	x
Behälter	kleine Behälter (KLT etc.)	
	große Behälter (GLT etc.)	x
Entfernung zwischen Lieferant und Kunde	große Entfernung	(x)
	mittlere Entfernung	(x)
	geringe Entfernung	x
Bündelung	Bündelung notwendig	
	Bündelung nicht notwendig	x

Legende: x gut geeignet (x) bedingt geeignet

Tabelle 5-8: Prozessbaustein Direktverkehr intern: Charakterisierung der Einsatzfälle

Prozessbaustein Routenverkehr

Der Prozessbaustein *Routenverkehr* (interne Sammelrundtour) steht für eine räumliche m:n-Verbindung, d. h. eine Verbindung von mehreren Quellen und Senken, mehreren Quellen und einer Senke oder umkehrt in einer Fahrt. Für den einzelnen Kundenauftrag vergrößert sich wegen der längeren Tour die Fahrzeit, durch die erhöhte Auslastung des Fördermittels kann jedoch eine häufigere Verbindung der Start- und Zielorte wirtschaftlich realisiert werden. Das Konzept bringt in Bezug auf die Zielgrößen zusätzliche Vorteile mit sich, wie die Standardisierung der Förderprozesse, Gleichmäßigkeit im Arbeitszyklus sowie bei getakteten Verkehren ein gleichmäßiger, vorhersagbarer Takt des Transportprozesses. Weitere Ziele eines

Routenzugeinsatzes, wie hohe Reaktionsfähigkeit und Unfallvermeidung, haben *Günthner et al.* ermittelt [Gün-2012b].

Bei der planerischen Entscheidung für ein den Zielgrößen entsprechendes Transportkonzept stellt sich auch beim Routenverkehr die Frage, inwiefern die Anforderungen an fließende Prozesse und eine hohe Ausnutzung der eingesetzten Ressourcen erfüllt werden können. Das Routenzugkonzept vereint diese Forderungen durch eine kurzzyklische Belieferung der Kundenprozesse und das gebündelte Transportieren verschiedener Waren in einer Tour. Umsetzbar ist eine derartige vertikale Bündelung sobald die räumliche Nähe der Start- bzw. Zielorte eine günstige Routenführung möglich macht. Zusätzlich müssen die Transportbedingungen für die unterschiedlichen Auftragsfamilien, die gemeinsam gefördert werden sollen, zusammen passen, d. h. alle Waren müssen mit dem gleichen Fördermittel kompatibel sein. Die technischen Realisierungsmöglichkeiten bezüglich der Fördermittel und der angrenzenden Umschlagprozesse schränken den Einsatz für große, schwere Behälter und sperrige Teile ein bzw. machen weitere technische Hilfsmittel notwendig.

Große zu fördernde Mengen oder Volumen innerhalb einer Auftragsfamilie führen zu einer Komplettauslastung des Fördermittels und damit zu einer 1:1-Verbindung, also einem Direktverkehr, weshalb die Mengen je Teil und Kunde beim Transportkonzept Routenverkehr begrenzt sind. Für die Bündelung ist außerdem eine Regelmäßigkeit oder Vorhersagbarkeit der Bedarfe notwendig, um im Betrieb stabile Prozesse zu erhalten, die mit begrenztem Aufwand überwacht und gesteuert werden können (vgl. Leitlinie 9: *Prozesse robust gestalten*).

Im Summe lässt sich der zielkonforme Anwendungsbereich für den Prozessbaustein Routenzug wie in Tabelle 5-9 skizzieren:

Prozessbaustein Routenverkehr Charakterisierung der Einsatzfälle		
Menge, Bedarf	hoher Bedarf pro Zeit	
	mittlerer Bedarf pro Zeit	x
	niedriger Bedarf pro Zeit	x
	unregelmäßiger Bedarf	
	regelmäßiger Bedarf	x
Teile	kleine Teile	x
	große, sperrige Teile	(x)
Behälter	kleine Behälter (KLT etc.)	x
	große Behälter (GLT etc.)	(x)
Entfernung zwischen Lieferant und Kunde	große Entfernung	x
	mittlere Entfernung	x
	geringe Entfernung	x
Bündelung	Bündelung notwendig	x
	Bündelung nicht notwendig	

Legende: x gut geeignet (x) bedingt geeignet

Tabelle 5-9: Prozessbaustein Routenverkehr: Charakterisierung der Einsatzfälle

Für den Einsatz eines Routenverkehrs ist eine für das Transportkonzept passende Bündelungsfamilie notwendig, was eine Prüfung und ggf. Konkretisierung des Planungsschrittes 7 „Am Kundentakt ausrichten, Bündeln prüfen“ erfordert. Auch die Anordnung der Funktionsbereiche im Layout (Planungsschritt 8) muss auf eine mögliche Routenführung hin geprüft und ggf. angepasst werden.

In der beispielhaft für zwei Prozessbausteine der Logistikfunktion Transportieren/Fördern aufgezeigten Weise konnte für jeden Prozessbaustein des Bausteinkatalogs eine Charakterisierung der Einsatzfälle erfolgen, die das Erreichen der Zielgrößen eines schlanken Logistikprozesses unterstützen. Die Steckbriefe bilden eine Basis für die strukturierte Dokumentation von Informationen zu den durch Prozessbausteine repräsentierten Konzepten, die den Planer bei der Entscheidung für ein Grobkonzept unterstützen und anleiten können. Um die Güte und Vollständigkeit der Informationen weiter zu erhöhen, ist es sinnvoll den Katalog um Unternehmensspezifika oder den Verweis auf Beispielanwendungen, Lessons Learned und weitere allgemeingültige oder spezifische Hinweise für den Planer zu erweitern.

Mit Hilfe der in Prozessbausteinen beschriebenen konzeptionellen Elemente eines logistischen Prozesses gelingt es in diesem neunten Planungsschritt die Struktur der Materialflüsse zu entwerfen. Dokumentiertes Resultat des Planungsschritts ist ein Wertstrom aus einem Steuerungs- und einem Materialflusskonzept wie beispielsweise in Abbildung 5-12 dargestellt.

die Konkretisierung durch Technikelemente für Material- und Informationsfluss sind die Prozessbausteine und die Steuerungsfunktion, denen jeweils mögliche Techniklösungen zugewiesen werden. Die Techniklösungen können ebenfalls als Technikbausteine beschrieben werden, die sich für eine Wiederverwendung bei den verschiedenen Logistikplanungsprojekten eignen. Im Rahmen der Forschung zu dieser Arbeit wurde eine Vielzahl an Technikbausteinen erarbeitet [fml-2013]. Zur Unterstützung der Entscheidung zwischen den möglichen Technikbausteinen zu einem Prozessbaustein existieren Werkzeuge wie Kriterienkataloge und Entscheidungstabellen, die nachfolgend für die Auswahl einer Technikressource für den Prozessbaustein Direktverkehr kurz vorgestellt werden.

Da die technischen Realisierungsmöglichkeiten zur Gestaltung eines Direktverkehrs theoretisch und praktisch mannigfaltig sind, liegt der Fokus dieser Arbeit primär auf der Vorstellung einer strukturierten Vorgehensweise zur Auswahl einer technischen Lösung aus einem Pool an Standardtransportmitteln. Standardisierungsbemühungen innerhalb eines Unternehmens bei wiederverwendbaren, flexiblen Transportmitteln haben u. a. den Vorteil, dass sich Technik als prinzipiell geeignet erweisen kann, Wissen bezüglich der Eignung für bestimmte Anwendungsfälle entsteht und dass die Fördermittel an verschiedenen Stellen im Materialfluss zum Einsatz kommen können. Gleichzeitig schafft eine Verständigung auf Standardfördermittel auch in der Planung die Möglichkeit, zielgerichtet auf Bewährtes zuzugreifen und von den Erfahrungen anderer in Bezug auf bestimmte technische Lösungen zu profitieren.

Eine Klassifizierung der vorhandenen Fördermittel ist Voraussetzung für die Zuordnung und Dokumentation von Unternehmenswissen zur Planung und zum Betrieb von Fördermitteln. Auf Basis einer Strukturierung, die Informationen und Erfahrungswissen zu einzelnen Fördertechniklösungen enthält, kann dann die fundierte Auswahl einer konkreten Lösung erfolgen. Auch wenn das Angebot von Fördertechnik unüberschaubar ist, greifen (erfahrene) Planer in der Praxis stets auf die gleichen vertrauten und bewährten Lösungen zurück. Die Bildung von Technikbausteinen trägt dieser Tatsache Rechnung und folgt der Leitlinie 7: *Standards setzen*, die betont, dass Standards der Verbreitung von Wissen und Erkenntnissen dienen und nicht der Weiterentwicklung im Wege stehen dürfen. Aus diesen Grund kann und soll die Sammlung an Technikbausteinen kontinuierlich um neue, bessere technische Lösungen erweitert werden. Lösungen, die sich nicht bewährt haben oder nicht benötigt werden, sollten aus dem Katalog gestrichen werden. Um die Handhabbarkeit und damit die effektive Nutzung des Katalogs sicherzustellen, ist bei Ergänzungen genau wie bei den Steuerungs- oder Prozessbausteinen darauf zu achten, dass die festgelegten Klassen beibehalten werden, damit keine Sammlung von Einzelgeräten entsteht, sondern der Charakter wiederverwendbarer Bausteine erhalten bleibt.

Auf Basis einer ausführlichen Recherche und Expertenworkshops ist die folgende Sammlung an Technikbausteinen für den Prozess eines internen Direktverkehrs, d. h. eines internen Transportprozesses zwischen zwei Punkten, entstanden (Tabelle 5-10).

Technikbausteine zum Prozessbaustein Interner Direktverkehr

- Elektrostapler
- Diesel-/Treibgasstapler
- Vertikalkommissionierer
- Horizontalkommissionierer
- Hochregal-/Schmalgangstapler
- Schubmaststapler
- Elektrowagen mit Ladefläche
- Schlepper mit Hänger(n)
- Fahrerloses Transportfahrzeug (FTF) lasttragend/lastziehend
- Handwagen
- Handhubwagen
- Elektrogabelniederhubwagen/-hochhubwagen
- Manueller Transport ohne Hilfsmittel

Tabelle 5-10: Technikbausteine zum Prozessbaustein Interner Direktverkehr

Für die gelisteten Technikbausteine kann eine Vergleichstabelle erstellt werden, in der die Hauptkriterien für eine erste Einschätzung der Eignung für den Anwendungsfall aufgenommen und die einzelnen Techniklösungen einander gegenübergestellt sind (Auszug siehe Tabelle 5-11).

	Transport- einheit ²¹	Anzahl Mitarbeiter	Kapazität	Geschwin- digkeit	Last	notwendige Gangbreite	Zugriffshöhe ...
Elektrostapler	GLT	1	>1 GLT	12-17 km/h	1,5-5 t	3,2-3,5 m
Elektrowagen	KLT, Ein- zelteile ²²	1	abh. von der Größe der Ladefläche	4-20 km/h	bis 15 t	je nach Fzg.
Schlepper	GLT, KLT	1	bis zu 4 Hä- nger	4-20 km/h	bis 15 t	je nach Fzg.
Fahrerloses Transportfahr- zeug (FTF)	GLT, KLT	0	>1 GLT, abh. von der Bau- form	bis 1 m/s	bis 3 t	je nach Fzg.
Handhubwa- gen	GLT	1	>1 GLT	Schritt- geschw.	bis 3 t	0,9-1,2 m
Handwagen	KLT, Ein- zelteile	1	abh. von der Ladefläche	Schritt- geschw.	bis 3 t	je nach Wagen
Manueller Transport oh- ne Hilfsmittel	KLT, Ein- zelteile	1	ca.1 KLT	Schritt- geschw.	bis ca. 15 kg	0,75 m
...

Tabelle 5-11: Auszug aus der Vergleichstabelle Direktverkehr

Ist eine erste Auswahl getroffen, dienen Steckbriefe zu den einzelnen Technikbausteinen als weitere Informationsquelle. Die Steckbriefe enthalten eine Kurzbeschreibung, eine Sammlung der wesentlichen Eigenschaften sowie Vor- und Nachteile und bei Bedarf weitere Hinweise zur Ausgestaltung. Auf dieser Basis kann der Planer sich für eine Techniklösung für den entsprechenden Prozessbaustein entscheiden. Genügen die enthaltenen Informationen nicht, um eine Entscheidung für den gegebenen Einsatzfall zu treffen, können selbstverständlich weiterhin andere oder weitere Informationsquellen (z. B. Herstellerdatenblätter, Internetrecherche, Kommunikation mit Fördertechnikherstellern/-vertriebsorganisationen) genutzt werden. Dabei sollte stets geprüft werden, welche dieser Zusatzinformationen die bestehenden Steckbriefe sinnvoll ergänzen können, um auf diese Weise die Qualität und Zielrichtung der

²¹ Der Begriff GLT (Großladungsträger) wird zusammenfassend für Fördereinheiten mit den ungefähren Abmaßen einer Europalette (1200 mm * 800 mm) verwendet. KLT (Kleinladungsträger) bezeichnen Fördereinheiten, die Maße von maximal 600 mm * 400 mm haben.

²² Wegen des manuellen Be- und Entladevorgangs können keine größeren Fördereinheiten bewegt werden.

Technikbausteine für das jeweilige Unternehmen auf Dauer optimal zu gestalten. Ein Beispiel für die Inhalte des Technikbausteins Elektrostapler zeigt die Tabelle 5-12.

Technikbaustein Elektrostapler	
Kurzbeschreibung	Fördermittel mit Hubfunktion, das meist zum Transport palettierter Güter eingesetzt wird. Die Lastaufnahme bzw. -übergabe kann auf dem Boden, in Regalen oder auf Stetigförderer geschehen. Der Elektrogegengewichtsstapler ist von einem Elektromotor angetrieben und bezieht seine Energie aus einer Batterie, die auch als Gegengewicht dient.
Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> • Universell einsetzbar (Transportieren, Umschlagen, Stapeln) • Innen- und Außeneinsatz möglich • Traglast: 1,5 bis 5 t • Fahrgeschwindigkeit: 12-17 km/h • Gangbreite: 3,2 bis 3.5 m • Zugriffshöhe: max. ca. 3 m
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Wendig, kompakt und robust • Umschlag (Lastaufnahme und -übergabe) mit dem gleichen Fördermittel in einem Arbeitsgang möglich • Vielseitig einsetzbar (u. a. diverse Anbaugeräte erhältlich) • Emissionsarm (Lärm, Abgas) • Energierückgewinnung integrierbar
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • Gefahrenpotenzial durch eingeschränkte Sicht für den Fahrer (Beschädigungen, Unfälle) • Bei Rückwärtsfahrt (freie Sicht) ungünstige Körperhaltung für den Fahrer (Ergonomie) • Mittlere Investitions- und Betriebskosten • Beschränkte Einsatzzeit (Batterietausch oder -laden notwendig) • Hohes Eigengewicht der Batterie



Tabelle 5-12: Beispiel für einen Technikbaustein: Elektrostapler

Bei der Auswahl von (technischen) Ressourcen für die einzelnen Prozessschritte sind stets auch die resultierenden Schnittstellen zu beachten. Schnittstellen entstehen, wenn das Arbeits- oder Fördermittel gewechselt wird oder die Zuständigkeit auf eine andere Person übergeht. Zusätzlich sind informationstechnische Schnittstellen zu beachten. All diese Stellen verursachen Aufwand, der nicht unmittelbar zur Wertschöpfung beiträgt. Aus diesem Grund müssen Schnittstellen schon in der Planung

überlegt gestaltet werden. Eine Vorgehensweise zur Gestaltung von Schnittstellen stellt *Knössl* in [Gün-2013b, S. 162f.] vor. Diese enthält auch Kriterien zur Bewertung von Schnittstellen [Gün-2013b, S. 170–171], die in der Planung als Vorgaben und Zielgrößen Verwendung finden können.

Im Beispiel wurde die Vorgehensweise zur Auswahl einer geeigneten technischen Ressource anhand der Technikbausteine zum internen Direktverkehr erläutert. Das Vorgehen eignet sich gleichermaßen für eine Auswahl der Ressourcen in Steuerungs- oder Informationsverarbeitungsprozessen. Hier muss im Wesentlichen eine Entscheidung zwischen einer manuellen, halbautomatischen oder automatischen Durchführung getroffen werden. Jede Variante bringt dabei Vor- und Nachteile mit sich, die sich im Implementierungsaufwand, der Fehleranfälligkeit oder den Möglichkeiten zur Nachverfolgung und Datenspeicherung unterscheiden. Für die technischen Möglichkeiten Informationsprozesse zu gestalten können ebenfalls Technikbausteine erstellt werden, z. B. mobiler Handscanner, festinstallierter Scanner, RFID-Leser, manuelle Dateneingabe, manueller Datenabgleich etc. Gemeinhin gilt die Planung und Gestaltung von (halb-)automatischen Prozessen als aufwendiger als die Planung von Steuerungs- und Informationsverarbeitungsprozessen, die der Mensch durchführt. Der notwendige IT-Aufwand sorgt oft für immense Hürden und großen Zeitbedarf bei der Umsetzung. Doch auch oder gerade, wenn der Mensch Entscheidungen trifft, gilt es bewusst zu planen, wie er dabei optimal unterstützt werden kann, um effizient und v. a. fehlerfrei zu arbeiten.

Aus diesem Grund enthält das Planungsvorgehen explizit Gestaltungsempfehlungen zur Realisierung des Null-Fehler-Prinzips in manuellen Logistikprozessen, die sich Effektivität und Effizienz zum Ziel gesetzt haben (Abbildung 5-13).

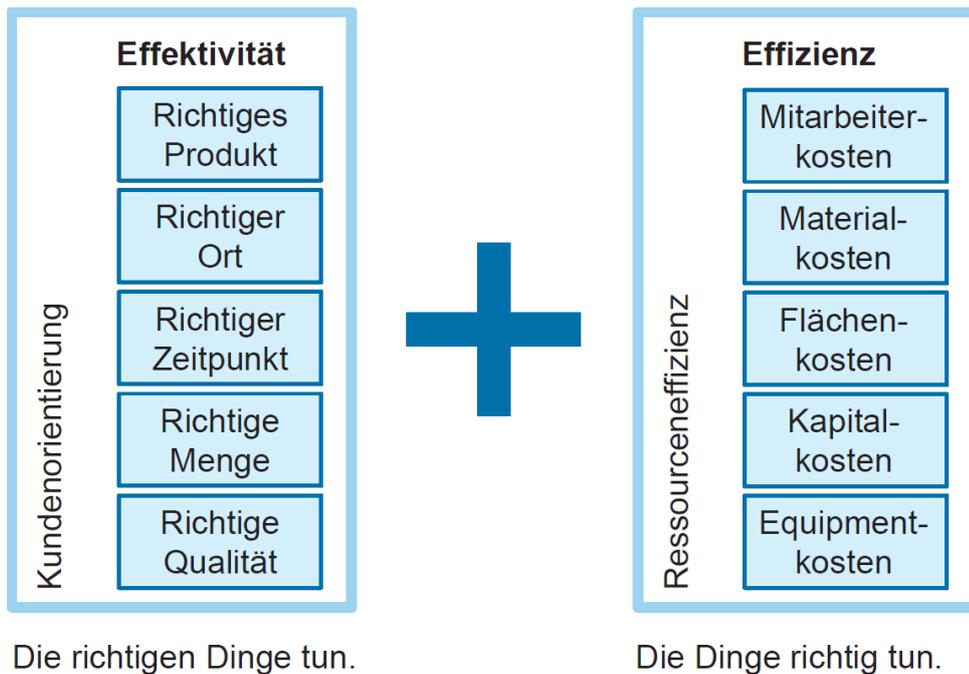


Abbildung 5-13: Ziele der Gestaltungsempfehlungen zum Null-Fehler-Prinzip in manuellen Logistikprozessen [Gün-2013b, S. 237]

Der strukturelle Aufbau der Gestaltungsempfehlungen orientiert sich an den fünf Aspekten der Logistik und ergänzt diese um grundsätzliche Hinweise und Vorgaben zur intuitiven Informationsdarstellung. Zu dem Gesichtspunkt richtiger Ort beispielsweise sind folgende Punkte bei der Planung und Gestaltung von Logistikprozessen zu beachten:

- Die Bereiche und Stellplätze sind eindeutig und standardisiert zu kennzeichnen.
- Jeder Bereich und jeder Stellplatz muss mit der Bezeichnung markiert sein.
- Die Markierungen sind einheitlich zu gestalten.
- Zusätzliche, unnötige Markierungen sind zu entfernen.

Gleichzeitig muss für den Mitarbeiter im Prozess die Zuordnung zwischen seinem Auftrag (Informationen) und den physischen Abbild einfach und eindeutig sein. Aus diesem Grund sind

- Bereiche und Stellplätze eindeutig und standardisiert zu bezeichnen und
- in den Aufträgen, Abrufen etc. eindeutige Ortsangaben zu verwenden. Meist sind dies Aufnahme- und Abgabeort (Stellplatz und/oder Bereich).

Auch hier treten wie immer in der Logistik die beiden Perspektiven Material und Information zu Tage, die im Sinne effektiver und effizienter Prozesse sehr gut aufeinander abgestimmt sein müssen.

Zur intuitiven, menschengerechten Informationsdarstellung wurden im Rahmen dieser Dissertation zehn Gebote erarbeitet, die der Planer bei Gestaltung von Informationen, die durch den Mitarbeiter interpretiert, bewertet und in Tätigkeiten übersetzt werden müssen, vollständig beachten muss, um Verschwendung und unnötigen Aufwand im Materialfluss zu vermeiden und schlanke Logistikprozesse zu realisieren. Die zehn Punkte orientieren sich an den Vorgaben der DIN EN ISO 9241-12 Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten. Teil 12: Informationsdarstellung [DIN EN ISO 9241-12] und übersetzen diese in die Welt logistischer Tätigkeiten. Dabei verfolgt die Norm genau wie die abgeleiteten *zehn Gebote zur intuitiven Informationsdarstellung in der Logistik* das folgende Ziel:

„Die Darstellung visueller Information sollte den Benutzer in die Lage versetzen, Wahrnehmungsaufgaben [...] effektiv, effizient und mit Zufriedenheit auszuführen.“ [DIN EN ISO 9241-12, S. 7]

Um dies zu erreichen, müssen die folgenden zehn Punkte beachtet werden:

1. **Klarheit:** Klare Informationen verwenden.
2. **Platzierung:** Informationen müssen sich an der richtigen Stelle befinden.
3. **Unterscheidbarkeit:** Die relevanten Information muss von anderen Inhalten unterscheidbar sein.
4. **Kompaktheit:** Der Nutzer erhält nur die notwendigen Informationen.
5. **Konsistenz:** Gleiche Information wird entsprechend den Erwartungen des Mitarbeiter stets auf gleiche Art dargestellt.
6. **Aufmerksamkeit:** Die Aufmerksamkeit des Mitarbeiters wird zur benötigten Information gelenkt.
7. **Lesbarkeit:** Die Information ist leicht zu lesen.
8. **Verständlichkeit:** Die Bedeutung einer Information ist leicht verständlich, eindeutig interpretierbar und erkennbar.
9. **Codierung:** Codierungen müssen sinnvoll und möglichst intuitiv sein.
10. **Gruppen von Informationen:** Zusammengehörige Informationen werden sinnvoll gruppiert.

Zu allen Anforderungen enthalten die vollständigen Gestaltungsempfehlungen zum Null-Fehler-Prinzip in manuellen Logistikprozessen umfassende illustrierte Beispiele und weitere Erklärungen, so dass der Planer einerseits eine Checkliste und andererseits eine verständliche nachvollziehbare Argumentation der einzelnen Aspekte vorliegen hat.²³

²³ Die Gestaltungsempfehlungen zum Null-Fehler-Prinzip in manuellen Logistikprozessen sind vollständig in Günthner, W.; Durchholz, J.; Klenk, E.; Boppert, J.: Schlanke Logistikprozesse. Handbuch für den Planer [Gün-2013b] veröffentlicht.

Durch die explizite Fokussierung der Bereiche Technik und Mensch im zehnten Planungsschritt erreicht das Planungsvorgehen einen ganzheitlichen Blick auf logistische Prozesse und unterstützt den Planer in allen Bereichen einer Planung.

Ausgespart ist die Feinplanung der Prozesse im Sinne einer Dimensionierung. Für diese Aufgabe sind im Rahmen des Forschungsprojekts LEAN:log jedoch ebenfalls Werkzeuge zur Planungsunterstützung entstanden. Aufbauend auf der Strukturierung der standardisierten Prozessbausteine, können Hilfsmittel zur Prozessdimensionierung bereitgestellt werden. Für die Prozessbausteine Supermarkt und Routenzug existieren zwei von *Klenk* entwickelte Werkzeuge zur Dimensionierung, welche im Anschluss an die Grobplanung unmittelbar zum Einsatz kommen können, um Aussagen über die Zykluszeiten, die benötigte Mitarbeiteranzahl, Equipment, Fläche und Bestände zu ermitteln [Gün-2013b, S. 63–131].

5.3 Zusammenfassung: Wertstromdesign für die Logistik

Das vorgestellte Planungsvorgehen baut auf den Ansätzen der klassischen Fabrik- und Logistikplanung auf und ordnet diese in ein strukturiertes Vorgehen aus zehn Planungsschritten ein, in welchen die Arbeiten von der Fixierung der Aufgabenstellung bis zum Grobkonzept für Steuerung und Materialfluss durchgeführt werden. Dabei folgt das Vorgehen stringent den Leitlinien schlanker Logistik. In jedem Schritt werden die Auswirkungen der Planungsentscheidungen auf die Leitlinien geprüft und die notwendigen Überlegungen angestellt, um die richtige Zielrichtung der getroffenen Planerentscheidung sicherzustellen. Auf diese Weise gelingt es, einen Wertstrom zu entwickeln, der den zehn Leitlinien im Rahmen der durch Restriktionen eingeschränkten Möglichkeiten entspricht und der sich im Zuge von Feinplanung, Umsetzung, Betrieb und Reorganisation immer weiterentwickeln kann – ganz im Sinne der Leitlinie 5: *Perfektion anstreben*. Damit sind die Anforderungen (a) und (b) aus der Aufgabenstellung (Abschnitt 3.2, S. 40) erfüllt

Das Planungsvorgehen verfolgt aktiv die aus der Lean-Unternehmensphilosophie bzw. den übergeordneten Unternehmenszielen abgeleiteten Logistikziele.



Die bewährten Ansätze aus der konventionellen Logistikplanung finden Berücksichtigung.



Im Planungsvorgehen sind die Zusammenhänge und Erkenntnisse des Lean Management explizit eingeflossen. Sie finden sich genauso innerhalb der Struktur der Planungsschritte wieder als auch in den Steckbriefen der Steuerungs- und Prozess-

bausteine. Grundideen des Lean Thinking wie der One-Piece-Flow oder der Schrittmacherprozess sind auf die Logistik übertragen und für den Logistikplaner zugänglich gemacht. Die Anforderung (c) an das Planungsvorgehen ist damit erfüllt.

Die Erkenntnisse aus dem Bereich Lean Management finden in das Vorgehen Einzug und werden für die Logistik operationalisiert.



Das Planungsvorgehen beginnt mit der Eingrenzung auf einen Wertschöpfungsabschnitt und einen konkreten Planungsumfang, strukturiert die logistische Aufgabe dann in Funktionen, die zu einem Steuerungs- und Materialflusskonzept weiterentwickelt werden. Damit ist das Logistikkonzept als Ergebnis der Grobplanungsphase erarbeitet und Anforderung (d) erfüllt.

Das Vorgehen umfasst die Logistikgrobplanung von der Aufgabenstellung bis zum logistischen Wertstrom.



Der Planungsleitfaden ist aus zehn Schritten aufgebaut, die nacheinander durchzuführen sind und aufeinander aufbauen. Notwendige Rückschritte sind im Vorgehen erläutert. Das Vorgehen leitet den Planer an Material- und Informationsfluss sowie Prozess, Technik und Mensch zu berücksichtigen und damit im Sinne der Leitlinie 10: *In ganzheitlichen Prozessen denken* zu planen. Das Vorgehen beschreibt die zu berücksichtigenden Zusammenhänge, greift die Leitlinien immer wieder konkret auf und erläutert die den planerischen Entscheidungen zu Grunde liegenden Hintergründe. Der Planungsleitfaden ist von Planern in der Praxis auf Vollständigkeit und Verständlichkeit geprüft und für gut befunden worden. Im Vorgriff auf die Darlegung der Evaluierung (Kapitel 7, S. 133) soll die Anforderung (e) als erfüllt gelten.

Das Planungsvorgehen selbst ist strukturiert, vollständig, nachvollziehbar und verständlich. Es unterstützt den Planer in der Praxis.



Jeder Planungsschritt enthält Angaben und ein Beispiel zur Dokumentation der wesentlichen Entscheidungen. Auch zu diesem Aspekt (Anforderung (f)) ist in der Evaluationsbefragung die Meinung der Experten eingeholt worden. Diese ist positiv ausgefallen (vgl. Hypothese G2', Seite 152). Zusätzlich konnte die Eignung der Dokumentation im Rahmen eines Praxisprojekts untersucht werden. Auch hier ist die Bewertung positiv ausgefallen (vgl. Abschnitt 7.7).

Das Planungsvorgehen beinhaltet Vorgaben zur Dokumentation der wesentlichen Planungsentscheidungen und des Planungsergebnisses. Ziel ist es die Planung vollständig, nachvollziehbar und verständlich zu dokumentieren.



Im Rahmen der Befragung konnte ebenfalls die Steigerung der Planungseffektivität und -effizienz durch das standardisierte Planungsvorgehen und die Vorgaben zur Dokumentation der Planungsergebnisse bestätigt werden, weshalb die Anforderung (g) als erfüllt gelten kann.

Das Vorgehen erhöht die Planungseffektivität und -effizienz durch die Schaffung eines Standards zum Vorgehen und zur Dokumentation der Planungsergebnisse in der Logistikgroßplanung.



Das Planungsvorgehen gibt eine Struktur zur Erarbeitung eines Grobkonzepts für Materialflüsse vor, innerhalb derer auf definierte Bausteine zugegriffen wird. Sowohl die Informationen zu den einzelnen Planungsschritten als auch der Bausteinkatalog können und sollen durch weitere allgemeingültige, auch unternehmensspezifische Erfahrungen zur Gestaltung schlanker Logistikprozesse ergänzt werden. Auch die Befragung konnte dies bestätigen (vgl. Planungsleitfaden als Wissenssammlung, S. 155). Damit entspricht das Vorgehen der Anforderung (h).

Das Planungsvorgehen sieht die Möglichkeit vor verallgemeinerbare Erkenntnisse und Erfahrungen zur Grobplanung zu ergänzen, um möglichst viel implizit vorhandenes Logistikwissen zu explizieren sowie zugänglich und nutzbar zu machen.



Damit kann das entwickelte Planungsvorgehen allen in der Aufgabenstellung formulierten Anforderungen genügen und es ist gelungen ein Vorgehen zur Grobplanung eines schlanken logistischen Wertstroms zu erarbeiten: ein Wertstromdesign für die Logistik.

6 Einführung schlanker Logistikplanung im Unternehmen

Damit das vorgestellte Vorgehen zur Grobplanung eines schlanken Materialflusses in der Praxis Einzug finden kann, gilt es die Methode auf geeignete Art zu dokumentieren und für die Öffentlichkeit bereitzustellen und eine Möglichkeit zu schaffen, das Vorgehen in einer Schulung zu erlernen bzw. Interesse für den Leitfaden und einen ersten Zugang zum Planungsvorgehen zu erreichen.

Zielgruppe dieser Instrumente zur Kommunikation und Vermittlung des Planungsvorgehens sind Logistikplaner, die gleichzeitig neben dem Management, den Führungskräften und den operativen Mitarbeitern eine der relevanten Zielgruppen bei der Einführung von Lean Logistics im Unternehmen bilden [Bop-2012, S. 268]. Diese sollen das Vorgehen in der Grobplanungsphase anwenden, um schlanke Logistikprozesse zu realisieren. Das entwickelte Planungsvorgehen besteht aus zehn Planungsschritten, innerhalb derer auf einen Katalog standardisierter Bausteine zugegriffen wird. Diese bilden im Moment einen Wissensgrundstock, der allgemeingültige und gängige Logistikkonzepte für Materialfluss und Steuerung enthält. Der Katalog kann und soll jedoch im Unternehmen oder Wertschöpfungsnetzwerk erweitert und mit spezifischen wichtigen Informationen ergänzt werden. Das Planungsvorgehen kann als Grundgerüst angesehen werden, welches in der Lage ist das für die Grobplanung oder das Wertstromdesign notwendige und relevante Planerwissen eines Unternehmens oder Netzwerks zu sammeln und strukturiert zur Verfügung zu stellen.

Aus diesem Gründen sind die folgenden zwei Wissensvermittlungsinstrumente gewählt worden, um das Planungsvorgehen zu dokumentieren und zugänglich zu machen.

- **Handbuch:** Um eine breite Öffentlichkeit zu erreichen, ist unter dem Titel *Schlanke Logistikprozesse – Handbuch für den Planer* ein Buch entstanden, das neben Methoden zur Analyse von Logistikprozessen und Verfahren zur Dimensionierung ausgewählter Prozessbausteine das entwickelte Planungsvorgehen und die Leitlinien schlanker Logistik vorstellt.

- **Wiki:** Aufgrund der einfachen Sammlung von Wissen in einem Wiki, in das jeder Planer seine Erkenntnisse und Erfahrung selbstständig eintragen kann, ist der Leitfaden in einer derartigen gemeinsamen Website abgelegt²⁴.

Zusätzlich wurde zur Wissensvermittlung die Methode eines **Planspiels** gewählt, um die komplexe Situation einer Logistikplanung praxisnah im Spiel nachzubilden [Bop-2012, S. 269]. Dabei können die Auswirkungen von unterschiedlichen Zielgrößen auf die Planung sowie ein strukturiertes Planungsvorgehen vermittelt werden.

6.1 Handbuch

Im Buch *Schlanke Logistikprozesse – Handbuch für den Planer* sind neben den oben genannten Inhalten die Leitlinien schlanker Logistik in einer Kurzfassung enthalten, um deutlich zu machen, an welchen Zielgrößen sich das anschließende Wertstromdesign für die Logistik orientiert. Das Planungsvorgehen ist in den zehn Planungsschritten vorgestellt. Ein ausführliches durchgängiges Fallbeispiel erläutert das Vorgehen und macht die in den jeweiligen Planungsschritten gefällten Entscheidungen am praktischen Beispiel anschaulich (Abbildung 6-1).

Während wir diesen Idealprozess aufstellen, fallen uns bereits vielfältige Restriktionen ein, die uns heute daran hindern, eine derartig schlanke Prozesskette umzusetzen:

Wir können nicht für jeden Behälter, der in der Kommissionierung oder Sequenzierung leer wird, einen Transport vom Lieferanten kommen lassen!

Dann muss der Puffer in der Sequenzierung eben größer dimensioniert werden, einen zusätzlichen Prozessschritt brauchen wir erstmal nicht.

Abbildung 6-1: Auszug aus dem Fallbeispiel [Gün-2013b, S. 41]

Im hinteren Teil des Buches finden sich die Prozess- und Steuerungsbausteine im „Baukasten für schlanke Logistik“. Alle Bausteine sind durch Icons gekennzeichnet und deshalb einfach und schnell zu finden. Ein Register erhöht die Klarheit im Handbuch weiter. Die Hervorhebung des Fallbeispiels durch einen farbigen Hintergrund und die aufwendige Gestaltung mit grafischen Elementen machen ein intuitives Arbeiten mit dem Handbuch möglich.

²⁴ <http://www.fml.mw.tum.de/leanlogwiki>

Die Veröffentlichung des Planungsleitfadens in einem Buch ermöglicht eine hohe Verbreitung. Die unkomplizierte Beschaffung und Handhabung eines Buchs können innerhalb eines Unternehmens zunächst entscheidend für die Anwendung sein. Die Einführung von Software-Werkzeugen beispielsweise bedeutet wesentlich höheren Aufwand in Unternehmen. Auch dies ist ein Grund, der für die Verbreitung von neuen Methoden mit Hilfe einer Buchveröffentlichung spricht.

6.2 Wiki

Um die Erweiterbarkeit des Planungsleitfadens nicht nur konzeptionell, sondern auch im für die Dokumentation und Verbreitung genutzten Medium zu berücksichtigen, bietet ein Wiki sehr gute Voraussetzungen. Ohne technische Vorkenntnisse und direkt im Browser können die Nutzer die Inhalte der Web-Seite lesen, bearbeiten und ergänzen. Verlinkungen schaffen Verbindungen zwischen den einzelnen Seiten und vernetzen die Wissensinhalte. Basis ist ein einfaches Content-Management-System, welches eine sehr unkomplizierte Bearbeitung der Seiten ermöglicht. Eine Qualitätssicherung kann über Administratoren erfolgen, die Inhalte prüfen oder Seiten für die Bearbeitung sperren können. Ggf. können Ergänzungen zunächst über ein Kommentarfeld (Abbildung 6-2) eingetragen werden, danach zur Qualitätssicherung eine Prüfung durch Experten durchlaufen und anschließend in die Hauptseite übernommen werden. Damit schafft ein Wiki optimale Voraussetzungen für ein lebendes Dokument, in dem Logistikwissen in einem Unternehmen gesammelt, bereitgestellt und gefunden werden kann.

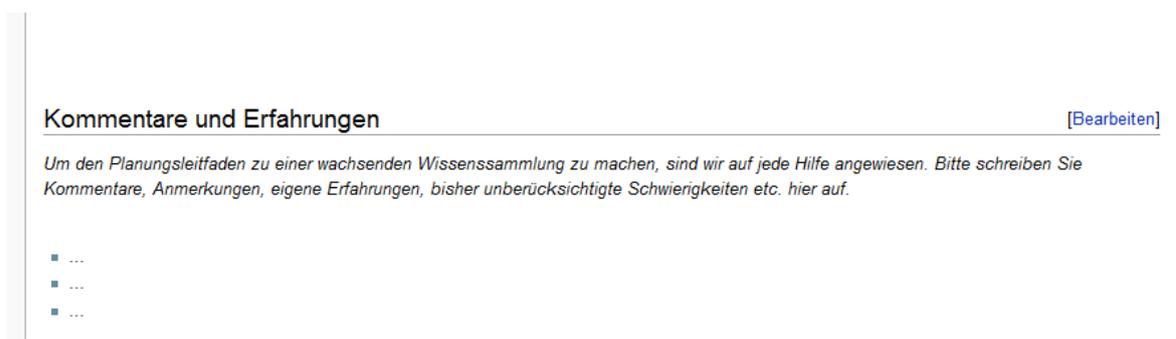


Abbildung 6-2: Kommentarfeld im Wiki-Planungsleitfaden

Der Planungsleitfaden ist im Wiki mit seinen zehn Planungsschritten abgelegt. Diese sind miteinander verlinkt, so dass ein Vor- und Zurückspringen einfach möglich ist. Die Steuerungs- und Prozessbausteine sind ebenfalls über Links zu finden. Zusätzlich ist ein Direktzugriff zu den Einzelseiten über die Hauptseite möglich.

6.3 Planspiel LEAN:ProLog

Um die Grundzüge einer Planung schlanker Logistikprozesse sowie das Thema Wertschöpfungsorientierung durch kooperative Zusammenarbeit von Produktion und Logistik in einem Schulungstermin zu vermitteln, wurde das Planspiel LEAN:ProLog entwickelt. Das Spiel verfolgt damit ein inhaltliches Ziel – die Anwendung des Planungsleitfadens – und ein emotionales Ziel – Verständnis und gegenseitige Wertschätzung von Produktions- und Logistikplanern. Die Zusammenarbeit zwischen Produktions- und Logistikplanung gestaltet sich in der betrieblichen Praxis oftmals schwierig, weshalb die Leitlinie „Leitlinie 10: In ganzheitlichen Prozessen denken“ vielfach nicht zufriedenstellend erfüllt werden kann (Abbildung 6-3). Deshalb wurde dieser Aspekt in die Zielstellung der Planspielentwicklung mit aufgenommen.

Meist erfolgt eine Planung von Logistik- und Produktionsprozessen weitgehend unabhängig voneinander – mit entsprechend unterschiedlichen Ergebnissen.

Kennen Sie dieses Dilemma aus Ihrer beruflichen Praxis?

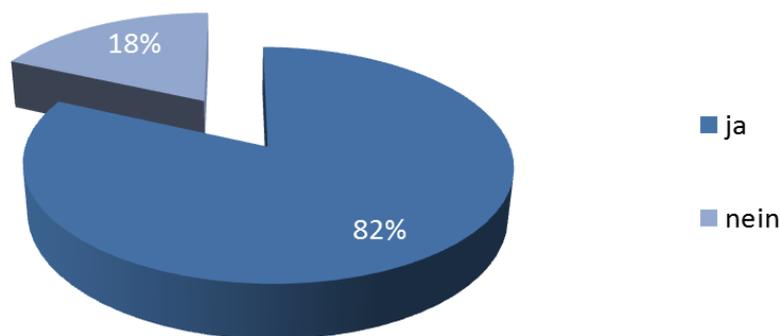


Abbildung 6-3: Befragung von Prozessexperten aus der Automobilindustrie zur isolierten Planung von Produktion und Logistik (n=22) [Bop-2013a]

Das entwickelte Planspiel ist als Rollenspiel aufgebaut. Die vier bis zehn Teilnehmer übernehmen entweder die Rolle eines Logistikplaners oder Produktionsplaners, deren Eigenschaften und Zielsysteme in Form einer Rollenbeschreibung (Anhang A Planspiel) abgefasst sind. Im Mittelpunkt steht eine Planungsaufgabe zum Bereitstell- und Versorgungsprozess einer Montagelinie.

Das Planspiel ist in drei Blöcke unterteilt:

In der ersten Spielrunde erarbeiten Logistikplaner und Produktionsplaner in zwei getrennten Gruppen nach ihren spezifischen Zielsystemen ein Bereitstell- und Versorgungskonzept (Prozess, Layout, Ressourcen) für einen Montagetak am Endmontageband eines Automobilherstellers. Die Spielrunde beginnt mit der Vorstellung der Aufgabenstellung, woraufhin von den beiden Gruppen eine Lösung erarbei-

tet und dokumentiert wird (Abbildung 6-4). Im Anschluss stellen die Gruppen ihre Lösung vor und diese werden mit allen Teilnehmern diskutiert.



Abbildung 6-4: Durchführung des Planspiels mit Logistikplanern aus der Automobilindustrie

Es folgt ein Theorieteil, der als Vortrag gestaltet ist, in dem die Leitlinien schlanker Logistik sowie die zehn Planungsschritte zur Gestaltung schlanker Logistikprozesse vermittelt werden.

Zu Beginn der zweiten Spielrunde wird ein gemeinsames Zielsystem entwickelt. Darauf aufbauend gestalten zwei gemischte Gruppen aus Logistik- und Produktionsplanern erneut ein Bereitstell- und Versorgungskonzept für den Montagetak. Die Planung erfolgt mit Hilfe des im Theorieteil vorgestellten Planungsvorgehens und dem Handbuch Schlanke Logistikprozesse. Wiederum werden die vorgestellten Lösungen diskutiert, die aufgrund des gemeinsamen Zielsystems und des strukturierten Planungsvorgehens einen wesentlich besser den Zielgrößen entsprechenden Wertstrom abbilden.

Die abschließende Zusammenfassung durch den oder die Trainer festigt die Erkenntnisse der Teilnehmer.

Das Planspiel wurde mehrfach mit Logistik- und Produktionsplanern durchgeführt und fand großen Anklang. Sowohl die unternehmensinterne als auch die Durchführung mit Teilnehmern aus verschiedenen Unternehmen hat sich als zielführend herausgestellt. Es empfiehlt sich mit zwei Trainern zu arbeiten, damit jede Gruppe ausreichend gelenkt und unterstützt werden kann. Das Feedback der Teilnehmer bezüglich des Wertstromdesigns für die Logistik und der Spielidee war durchweg po-

sitiv. Es besteht bereits Interesse von Seiten der Industrie das Planspiel in der internen Weiterbildung anzuwenden.

6.4 Zusammenfassung: Vermittlung des Planungsvorgehens durch Handbuch, Wiki und Planspiel

Zur Verbreitung und Vermittlung des Planungsvorgehens wurden drei Möglichkeiten erarbeitet:

Ein gedrucktes *Handbuch* bildet eine klassische Form der Informationsspeicherung und -weitergabe und eignet sich gut dafür, sich einen Überblick über das entwickelte Vorgehen zu machen und in einem kleinen Kreis von Planern mit dem Hilfsmittel zu arbeiten. Fachbücher sind ein übliches Informationsmittel im Bereich der Logistikplanung und stellen deshalb keine Hürden dar. Kosten und Zeitaufwand für die Beschaffung sind gering. Das Handbuch ist strukturiert und übersichtlich gestaltet und deshalb gut geeignet, um die Inhalte zu verstehen. Eine Ergänzung von Inhalten ist nur schwierig möglich (bspw. über Notizen). Diese können anderen Planern mit diesem Medium nur bedingt zugänglich gemacht werden.

Ein *Wiki* ist ebenfalls ein unkompliziertes Hilfsmittel zur Bereitstellung des Planungsleitfadens und im Alltag eines Logistikplaners gut zu verankern. Die Inhalte sind wie im Handbuch einfach und verständlich dargestellt. Die Links erhöhen den Komfort im Vergleich zum Buch. Das Wiki bietet zusätzlich eine unkomplizierte Möglichkeit zur Ergänzung von (unternehmensspezifischem) Planungswissen. Software und Inhalte müssen jedoch in der zentralen Unternehmens-IT installiert werden, was organisatorischen Aufwand mit sich bringt und zum Hindernis für eine Verwendung des Planungsleitfadens führen kann.

Das *Planspiel* kann neben der Vermittlung der sachlichen Inhalte des Planungsleitfadens für das Thema Lean Logistics sensibilisieren und kann durch den Schulungscharakter gezielt auf Gruppen von Personen einwirken. Es bietet sich als Ergänzung zu den beiden anderen Instrumenten an, da es die im Planungsalltag benötigten Informationen nicht ersetzen kann. Es bietet jedoch eine gute Möglichkeit Planer zu erreichen und zu motivieren. Die Durchführung von Schulungen ist Teil des betrieblichen Alltags und stellt deshalb keine Hürde für die Einführung dar.

Somit haben alle drei Möglichkeiten zur Wissensbereitstellung oder -vermittlung jeweils ihre Spezifika und können gemeinsam die Anforderungen an eine Methode oder ein Hilfsmittel zur Vermittlung des Planungsvorgehens erfüllen.

Die Methoden zur Vermittlung des Planungsvorgehens müssen für die Zielgruppe der Logistikplaner geeignet sein. ✓

Die Inhalte müssen verständlich und strukturiert dargelegt werden. ✓

Die Methoden sollen möglichst geringe Hürden für den Einsatz in der betrieblichen Praxis mit sich bringen. Dies betrifft Zugänglichkeit, Zeitaufwand und Akzeptanz im Unternehmen. ✓

Die Dokumentation des Planungsleitfadens soll eine Möglichkeit zur Ergänzung weiterer Inhalte bieten. ✓

7 Evaluierung des Planungsvorgehens

Nachdem das entwickelte Planungsvorgehen ausführlich vorgestellt ist, kann nun dessen Bewertung erfolgen. Die Durchführung der Evaluation orientiert sich dabei an den Standards für Evaluation der DeGEval (Deutsche Gesellschaft für Evaluation), die *Nützlichkeit*, *Durchführbarkeit*, *Fairness* und *Genauigkeit* bei der Evaluation fordern [Deu-2002].

Inhaltlich wird das Planungsvorgehen in Bezug auf die Nützlichkeit zur Unterstützung bei der Logistikgrobplanung bewertet. Da ein solches Verfahren nur dann von Nutzen sein kann, wenn es im Planungsalltag Verwendung findet, werden die *Four Levels of Evaluation* nach *Kirkpatrick und Kirkpatrick* angewandt, die für die Bewertung von Ausbildungsprogrammen entwickelt wurden [Kir-2010]:

- **Reaktion:** Es gilt zu untersuchen, wie die Teilnehmer auf das Ausbildungsprogramm reagieren, und die Nutzerzufriedenheit festzustellen.
- **Lernen:** Lernen betrifft das Ausmaß in dem die Teilnehmer bereit sind, ihre Einstellung zu ändern und sich Wissen oder Fähigkeiten anzueignen.
- **Verhalten:** Aufbauend auf Erlerntem kann sich Verhalten ändern, wenn die Teilnehmer in einem geeigneten Klima arbeiten, in dem Veränderung belohnt wird.
- **Ergebnisse:** Reale Ergebnisse auf Basis einer Ausbildungsmaßnahme können verbesserte Qualität, sinkende Kosten, geringerer Aufwand und vieles mehr sein. Sie sind der Grund für die Durchführung des Ausbildungsprogramms. [Kir-2010, S. 21–26]

Die genannten Punkte enthalten genau die Aspekte, die auch für den Erfolg des Planungsvorgehens entscheidend sind. Eine Übertragung der vier Stufen von *Kirkpatrick* auf das Planungsvorgehen führt zu den folgenden Evaluierungsaspekten:

- **Reaktion:** Der erste Schritt betrifft die Reaktion auf das Planungsvorgehen. Findet das Vorgehen Akzeptanz? Sind die Planer zufrieden mit der Nutzung? Sind die Inhalte verständlich und vollständig? Empfinden sie die Inhalte als nützlich?
- **Lernen:** Der zweite Schritt betrachtet den Lernerfolg und die Einsicht in das neue Verfahren. Werden alle Planungsschritte durchgeführt und dokumentiert? Findet die Planung strukturierter statt als ohne Verwendung des Leitfadens?

- **Verhalten:** Der dritte Schritt fokussiert das Verhalten nach der Einführung des Leitfadens. Werden Planungen auf Basis des neuen Vorgehens durchgeführt? Kommen die Standardbausteine zum Einsatz?
- **Ergebnisse:** Der vierte Schritt betrachtet die Ergebnisse, die das neue Planungsvorgehen erzielen konnte. Ist das Planungsvorgehen schneller geworden? Führen die Planungsergebnisse zu schlankeren Logistikprozessen?

Im Rahmen dieser Arbeit konnte das Planungsvorgehen einer Vielzahl von Logistikexperten vorgestellt werden. 16 dieser Experten haben in einem Fragebogen ihre Urteile zu den Aspekten Reaktion und Lernen dokumentiert und ihre Einschätzung zum zukünftigen Verhalten und den erzielbaren Ergebnissen durch das neue Planungsvorgehen abgegeben. Eine breite Einführung des entwickelten Planungsvorgehens in der Industrie konnte innerhalb dieser Arbeit nicht erreicht werden, weshalb keine Bewertung des tatsächlichen Verhaltens oder der realen Ergebnisse möglich ist.

Das Verfahren konnte zusätzlich in einem Industrieberatungsprojekt zum Einsatz kommen. Auf Basis der zehn Planungsschritte wurden in einem Team aus Unternehmensmitarbeitern und Mitarbeitern des Lehrstuhls fml verschiedene Wertströme im Bereich der Materialversorgung von Wartungs- und Instandhaltungsprozessen geplant. Dabei konnte insbesondere gezeigt werden, dass die Vorgaben zur Dokumentation der Planungsentscheidungen für die Kommunikation im Planungsteam, mit anderen Bereichen und dem Management sehr hilfreich sind.

7.1 Untersuchungsaspekte und Operationalisierung

Im Rahmen der Evaluierung sollen die ersten beiden Stufen *Reaktion* und *Lernen* bewertet werden. Dazu werden die folgenden Untersuchungsaspekte gewählt. Der letzte Untersuchungsaspekt fokussiert die Weiterentwicklung des Planungsleitfadens im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses bzw. der Leitlinie *Perfektion anstreben* (Tabelle 7-1).

Untersuchungsaspekte zur Evaluierung des Planungsleitfadens

Zur Beurteilung der Evaluierungsstufe *Reaktion*

- A. Struktur des Planungsvorgehens
- B. Verständlichkeit des Planungsvorgehens
- C. Vollständigkeit des Planungsvorgehens
- D. Nutzen des Planungsvorgehens

Zur Beurteilung der Evaluierungsstufe *Lernen*

- E. Veränderung der Planungsdurchführung bei Anwendung des Planungsleitfa-

dens F. Veränderung der Planungsdokumentation bei Anwendung des Planungsleitfadens G. Bewertung der Planungsunterstützung
Zur Beurteilung der Weiterentwicklung des Leitfadens H. Planungsleitfaden als Wissenssammlung

Tabelle 7-1: Untersuchungsaspekte zur Evaluierung des Planungsleitfadens

Im nächsten Schritt werden die Untersuchungsaspekte operationalisiert. Die zu untersuchende Nutzergruppe stellen Logistikplaner dar. Deren Einschätzungen sollen zur Evaluierung des Planungsleitfadens ermittelt werden. Die zu stellenden Fragen inkl. der festzulegenden Antwortskalen, bilden die Operationalisierung der Untersuchungsaspekte (Tabelle 7-2).

Untersuchungsaspekt	Fragestellung inkl. Antwortskala
A Struktur des Planungsvorgehens	Ist die Struktur des Leitfadens für Sie verständlich? Endpunktbenannte 6-er-Skala (unverständlich – sehr gut verständlich)
B Verständlichkeit des Planungsvorgehens	Sind die Inhalte im Handbuch ²⁵ insgesamt für Sie verständlich? Prozessbausteine bzw. Steuerungsbausteine bzw. Gestaltungsempfehlungen Mensch ²⁶ : Sind die Inhalte für Sie verständlich? Endpunktbenannte 6-er-Skala (unverständlich – sehr gut verständlich)

²⁵ Der Begriff Handbuch bezeichnete bei der Befragung das Planungsvorgehen ohne die Steuerungs- und Prozessbausteine.

²⁶ Der Begriff Gestaltungsempfehlungen Mensch bezeichnete zum Zeitpunkt der Befragung die Gestaltungsempfehlungen zum Null-Fehler-Prinzip in manuellen Logistikprozessen.

<p>C Vollständigkeit des Planungsvorgehens</p>	<p>Sind die Inhalte im Handbuch insgesamt ausreichend? Sind die Informationen zu den Prozessbausteinen bzw. Steuerungsbausteinen bzw. Gestaltungsempfehlungen Mensch ausreichend? Endpunktbenannte symmetrische 5-er-Skala (zu wenig – zu viel) Sind alle notwendigen Planungsschritte berücksichtigt? Sind alle Prozessbausteine bzw. Steuerungsbausteine vorhanden? 2-er-Skala (ja – nein)</p>
<p>D Nutzen des Planungsvorgehens</p>	<p>Ist das Handbuch bzw. sind die Prozess- bzw. Steuerungsbausteine bei der Planung eines logistischen Wertstroms nützlich? Sind die Gestaltungsempfehlungen für den Planer nützlich, um robuste und leistungsfähige Prozesse zu gestalten? Endpunktbenannte 6-er-Skala (nicht nützlich – sehr nützlich)</p>
<p>E Veränderung der Planungsdurchführung bei Anwendung des Planungsleitfadens</p>	<p>Welche Planungsschritte haben Sie bisher (ohne Leitfaden) durchgeführt? Welche Planungsschritte werden Sie zukünftig bei Verwendung des Leitfadens durchführen? Benannte 5-er-Skala je Planungsschritt (nie, manchmal, zum Teil, größtenteils, immer)</p>
<p>F Veränderung der Planungsdocumentation bei Anwendung des Planungsleitfadens</p>	<p>Welche Planungsschritte haben Sie bisher (ohne Leitfaden) dokumentiert? Welche Planungsschritte werden Sie zukünftig bei Verwendung des Leitfadens dokumentieren? Benannte 5-er-Skala je Planungsschritt (nie, manchmal, zum Teil, größtenteils, immer) Führt die Verwendung des Leitfadens zu einer strukturierten, nachvollziehbaren Dokumentation der Planungsvoraussetzungen, -annahmen und -ergebnisse? Endpunktbenannte 6-er-Skala (schlechte Dokumentation – sehr gute Dokumentation)</p>
<p>G Bewertung der Planungsunterstützung</p>	<p>Kann der Planungsleitfaden unerfahrene Planer bei der Planung logistischer Wertströme unterstützen? Kann der Planungsleitfaden erfahrene Planer bei der Planung logistischer Wertströme unterstützen? Endpunktbenannte 6-er-Skala (keine Unterstützung – sehr gute Unterstützung) Würden Sie den Planungsleitfaden Ihren Kollegen empfehlen? Endpunktbenannte 6-er-Skala (nein, bestimmt nicht – ja, auf jeden Fall)</p>
<p>H Planungsleitfaden</p>	<p>Ist der Planungsleitfaden geeignet Planerwissen in einem allen zugänglichen Dokument zu sammeln?</p>

als Wissenssammlung	Endpunktbenannte 6-er-Skala (ungeeignet – sehr gut geeignet) Würden Sie persönlich Erkenntnisse, Erfahrungen, Anmerkungen im Leitfaden ergänzen? Endpunktbenannte 6-er-Skala (nein, sicher nicht – ja, bestimmt)
---------------------	--

Tabelle 7-2: Operationalisierung der Untersuchungsaspekte durch Fragen inkl. Antwortskala

7.2 Hypothesen zur Evaluierung

Auf Basis der Untersuchungsaspekte und der zugehörigen Fragestellungen können Hypothesen abgeleitet werden (Tabelle 7-3). Durch die Prüfung der Hypothesen können im Rahmen der Auswertung der zu erhebenden Daten eindeutige Aussagen erlangt werden. Die Hypothesen werden so formuliert, dass gute Ergebnisse für die einzelnen Untersuchungsaspekte erwartet werden. Bei den aufsteigenden 6-er-Skalen wird ein Median der Verteilung²⁷ über 4,5 für gut befunden. Die Antworten liegen also überwiegend im oberen Drittel der Skala. Bei den 2-er-Skalen (ja/nein) wird ein Median von weniger als 1,2 erwartet, um eine Erfüllung der Anforderungen anzunehmen. Es wird eine Veränderung der Planungsdurchführung sowie der Dokumentation zum Positiven erwartet. Bei den symmetrischen Skalen wird ein Erwartungswert von Null angestrebt.

Untersuchte Hypothesen

- | | |
|----------|--|
| A | Hypothese A: <i>Der Median der Verteilung liegt über 4,5.</i> |
| B | Hypothese B1: <i>Der Median der Verteilung zur Bewertung der Planungsschritte liegt über 4,5.</i>

Hypothese B2: <i>Der Median der Verteilung zur Bewertung der Prozessbausteine liegt über 4,5.</i>

Hypothese B3: <i>Der Median der Verteilung zur Bewertung der Steuerungsbausteine liegt über 4,5.</i>

Hypothese B4: <i>Der Median der Verteilung zur Bewertung der Gestaltungsempfehlungen zum Null-Fehler-Prinzip liegt über 4,5.</i> |
| C | Konfidenzintervall C1: <i>Gewünscht ist ein Erwartungswert von 0 bei der Bewertung der Planungsschritte.</i>

Konfidenzintervall C2: <i>Gewünscht ist ein Erwartungswert von 0 bei der Bewertung der Prozessbausteine.</i> |

²⁷ Die Verteilung bezieht sich jeweils auf die codierten Ergebnisse der Fragebögen, also die Antworten der Befragten auf die entsprechenden Fragen (siehe Tabelle 7-2). Bei aufsteigenden 6-er-Skalen sind die Antworten mit 1-6 codiert, bei symmetrischen 5-er-Skalen von -2 bis +2, bei ja/nein-Skalen mit 1 und 2.

Konfidenzintervall C3: *Gewünscht ist ein Erwartungswert von 0 bei der Bewertung der Steuerungsbausteine.*

Konfidenzintervall C4: *Gewünscht ist ein Erwartungswert von 0 bei der Bewertung der Gestaltungsempfehlungen.*

Hypothese C5: *Bei der Bewertung der Planungsschritte liegt der Median der Verteilung unter 1,2.*

Hypothese C6: *Bei der Bewertung der Prozessbausteine liegt der Median der Verteilung unter 1,2.*

Hypothese C7: *Bei der Bewertung der Steuerungsbausteine liegt der Median der Verteilung unter 1,2.*

D Hypothese D1: *Bei der Bewertung der Planungsschritte liegt der Median der Verteilung über 4,5.*

Hypothese D2: *Bei der Bewertung der Prozessbausteine liegt der Median der Verteilung über 4,5.*

Hypothese D3: *Bei der Bewertung der Steuerungsbeispiele liegt der Median der Verteilung über 4,5.*

Hypothese D4: *Bei der Bewertung der Gestaltungsempfehlungen zum Null-Fehler-Prinzip liegt der Median der Verteilung über 4,5.*

E Hypothese E: *Bezogen auf die Durchführungshäufigkeit der Planungsschritte ist der Median der Mittelwerte beim bisherigen Vorgehen kleiner als der Median der Mittelwerte bei zukünftiger Verwendung des Leitfadens.*

F Hypothese F1: *Bezogen auf die Dokumentationshäufigkeit der Planungsschritte ist der Median der Mittelwerte beim bisherigen Vorgehen kleiner als der Median der Mittelwerte bei zukünftiger Verwendung des Leitfadens.*

Hypothese F2: *Bei der Bewertung der Dokumentationsqualität liegt der Median der Verteilung über 4,5.*

G Hypothese G1: *Der Median der Verteilung der Einschätzungen zur Unterstützung eines unerfahrenen Planers liegt über 4,5.*

Hypothese G2: *Der Median der Verteilung der Einschätzungen zur Unterstützung eines erfahrenen Planers liegt über 4,5.*

Hypothese G3: *Der Median der Verteilung der Weiterempfehlungen liegt über 4,5.*

H	Hypothese H1: <i>Der Median der Verteilung zur Eignung als Wissenssammlung liegt über 4,5.</i>
	Hypothese H2: <i>Der Median der Verteilung der Bereitschaft Wissen zu ergänzen liegt über 4,5.</i>

Tabelle 7-3: Hypothesen zu den einzelnen Untersuchungsaspekten

7.3 Durchführung einer schriftlichen Befragung

Die Untersuchungsaspekte sollen mit Hilfe einer schriftlichen Befragung beleuchtet werden. Die Teilnehmer aus der Zielgruppe des Planungsvorgehens, Logistikplaner, erhalten als Unterlagen den Planungsleitfaden inkl. der Steuerungs- und Prozessbausteine sowie der Gestaltungsempfehlungen zum Null-Fehler-Prinzip in manuellen Logistikprozessen und einen Fragebogen mit der Bitte den Leitfaden zu lesen, sich ein Urteil zu bilden und die Fragen zu beantworten. Die Unterlagen werden persönlich übergeben oder per Post oder E-Mail zugestellt. Die Teilnehmer können zwischen einer Papierversion des Handbuchs oder einer digitalen Version als PDF wählen.²⁸

Neben den Fragen aus Tabelle 7-2 enthält der Fragebogen (vgl. Anhang B Fragebogen) einige offene Fragen. Die offenen Fragen beziehen sich auf Ergänzungen sowie Hinweise zu bestimmten Teilen des Planungsleitfadens. Mit den Ergebnissen der Befragung soll das einerseits entwickelte Planungsvorgehen evaluiert werden. Andererseits dienen die zusätzlichen Fragen, die für die Evaluation nicht unmittelbar relevant sind, der Sammlung konkreter Verbesserungswünsche und Ergänzungen im Planungsleitfaden.

7.4 Grundlagen für die Datenauswertung

Fragebogenergebnisse können prinzipiell mit Hilfe deskriptiver Statistik dargestellt werden, was Aussagen über das Verhalten der Stichprobe möglich macht. Zusätzlich sind jedoch Aussagen über das (wahrscheinliche) Verhalten der Grundgesamtheit interessant, was einer Übertragung der Ergebnisse der Stichprobe, d. h. der befragten Logistikplaner, auf alle Logistikplaner entspricht. Mit Hilfe analytischer Statistik lassen sich Hypothesen zum Verhalten der Grundgesamtheit auf Basis der Daten einer Stichprobe bewerten. Dabei wird ein Signifikanzniveau²⁹ zu Grunde gelegt,

²⁸ Den Teilnehmern lag eine inhaltlich gleiche Fassung der betreffenden Abschnitte des Buchs *Schlanke Logistikprozesse – Handbuch für den Planer* vor. Das Buch selbst war zu dem Zeitpunkt noch nicht erschienen.

²⁹ „Signifikanzniveau (α -Fehler-Niveau): Die Irrtumswahrscheinlichkeit, die ein Untersuchungsergebnis maximal aufweisen darf, damit die Alternativhypothese als bestätigt gelten kann.“ [Bor-2005, S. 796]

welches die Irrtumswahrscheinlichkeit beschränkt. In dieser Arbeit wird ein Signifikanzniveau von 5 Prozent gewählt; man spricht dann im Allgemeinen von einem signifikanten Ergebnis [Bor-2005, S. 796].

Die Fragen wurden auf Ordinalskalen und Intervallskalen beantwortet, was Aussagen über Gleichheit Rangfolge erlaubt [Por-2011, S. 71]³⁰. Für Ordinaldaten kann der Wilcoxon-Test als relativ effizienter Test für kleine Stichproben verwendet werden [Bor-2005, S. 150–154]. Dieser verteilungsfreie Signifikanztest untersucht „zwei Gruppen, die nicht unabhängig voneinander ausgewählt wurden [...] auf einen Unterschied bezüglich ihrer zentralen Tendenz eines ordinalskalierten Merkmals“ [Bor-2005, S. 798]. Werden die Ergebnisse der zweiten Gruppe als konstanter Wert m_0 angenommen, so ist ein Abgleich mit dem angenommenen Median m_0 möglich (Einstichprobentest). Wird der Wilcoxon-Test über die Software MATLAB ausgeführt, so liefert dieser die Werte h und p zurück. Der Wert h (logischer Wert, 0/1) ist das Ergebnis des Hypothesentests. Bei $h = 1$ kann die Nullhypothese für das α -Signifikanzniveau zurückgewiesen werden, während $h = 0$ keine Zurückweisung erlaubt [Mat-2013]. Der p -Wert³¹ stellt eine Prüfgröße dar, die kleiner sein muss als das festgelegte Signifikanzniveau α , damit die Nullhypothese bei positivem Hypothesentest ($h = 1$) verworfen werden darf [Eck-2006].

Eine Aussage über den Erwartungswert, d. h. die zentrale Tendenz der theoretischen Verteilung [Eid-2013, S. 167], erlaubt die Abschätzung des Mittelwerts der Grundgesamtheit. Bei gegebener Irrtumswahrscheinlichkeit α und einer normalverteilten Stichprobe kann zum Erwartungswert ein Intervall um den Mittelwert der Stichprobe angegeben werden (Konfidenz- oder Vertrauensintervall). Die Prüfung der Stichprobe auf Normalverteilung kann mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests (KS-Test) geschehen, der den Vorteil hat auch bei kleinen Stichproben robust zu sein [Eid-2013, S. 297]. Das Konfidenzintervall kann wie folgt berechnet werden [Küh-2001, S. 130]:

$$\bar{x} - t_{f;1-\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{x} + t_{f;1-\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

³⁰ Intervallskalen beinhalten die Eigenschaften von Ordinalskalen. „Über die relationalen Eigenschaften der Ordinalskala hinausgehend zeichnet sich die *Intervall-Skala* dadurch aus, dass die Abstände zwischen den Skalenpunkten gleich sind.“ [Por-2011, S. 72]

³¹ „Unter Verwendung des p -Wertes erzielt man stets die gleiche Testentscheidung wie nach der traditionellen Methode mit einem Vergleich zwischen empirischem und kritischem Wert. Computerprogramme weisen i. d. R. den p -Wert aus, der mit dem Signifikanzniveau α verglichen werden muss. Der Computernutzer muss deshalb keine kritischen Werte aus einer Tabelle ablesen, sondern nur das Signifikanzniveau festlegen (...) und anschließend dieses α dem p -Wert gegenüberstellen.“ [Eck-2006]

\bar{x}	Mittelwert der Stichprobe
$t_{f;1-\alpha/2}$	Wert der studentschen t-Verteilung mit f Freiheitsgraden bei $1 - \alpha/2$
α	Irrtumswahrscheinlichkeit
s	Standardabweichung der Stichprobe
n	Stichprobengröße
μ	Erwartungswert

Damit sind alle statistischen Grundlagen gelegt, um die Auswertungen durchzuführen.

7.5 Auswertung der Fragebogenergebnisse

Im Rahmen der Evaluierung konnten 16 Logistikplaner, teilweise in leitender Position, befragt werden. Die Befragten arbeiten in der Automobilbranche oder in Beratungsunternehmen. Damit konnte eine Teilnehmergruppe gewonnen werden, die der Zielgruppe des Planungsleitfadens sehr gut entspricht. Die Fokussierung der Teilnehmer auf die Automobilbranche stellt keinen Nachteil dar. Die Anwendbarkeit des Planungsvorgehens in einer weiteren Branche, der Luftfahrtindustrie, konnte bestätigt werden (vgl. Abschnitt 7.7).

Zur Bewertung des Planungsvorgehens wurden verschiedene Aspekte festgelegt (Abschnitt 7.1). Zu den Gesichtspunkten wurden Hypothesen aufgestellt, die die zugrunde liegende Verteilung betreffen (Abschnitt 7.2). D. h. als Hypothese wurde formuliert, welcher Wert unter Berücksichtigung der Fragestellung und der Antwortskala bei einer theoretischen Beantwortung der Fragen durch alle Logistikplaner (die Grundgesamtheit) erreicht werden soll, um das Planungsvorgehen in diesem Aspekt für gut zu befinden. Die Hypothesen werden nun auf Basis der Antworten auf die Fragebögen untersucht und darauf aufbauend die Untersuchungsaspekte bewertet.

Struktur des Planungsvorgehens (A)

Zur Struktur des Planungsleitfadens wird die Frage gestellt: „Ist die Struktur des Leitfadens für Sie verständlich?“

Die Auswertung der Stichprobe ergibt folgendes Histogramm (Abbildung 7-1).

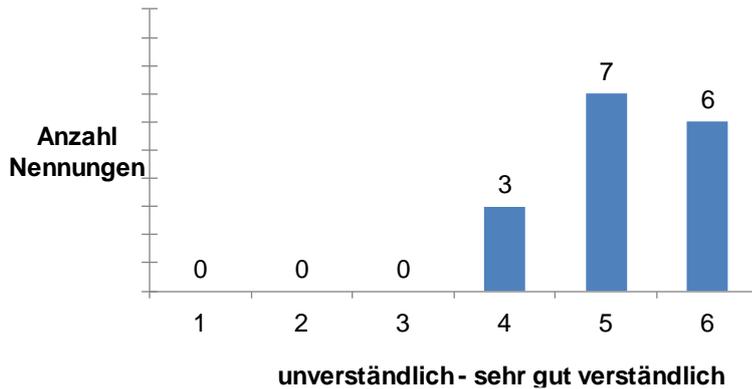


Abbildung 7-1: Antworten auf die Frage „Ist die Struktur des Leitfadens für Sie verständlich?“ (n=16)

Die Struktur des Leitfadens wird für gut befunden, wenn der Median der Antworten über 4,5 liegt. Es soll die Hypothese A geprüft werden: *Der Median der Verteilung liegt über 4,5.*

Der Hypothesentest (Wilcoxon-Test³²) ergibt $h = 1$ und $p = 0,0028$. Damit kann die Nullhypothese verworfen und die (Alternativ-)Hypothese A angenommen werden.

→ Die Struktur des Planungsvorgehens ist gut verständlich.

Verständlichkeit des Planungsvorgehens (B)

Zur Verständlichkeit des Planungsvorgehens werden die Fragen gestellt: „*Sind die Inhalte im Handbuch insgesamt für Sie verständlich?*“ sowie „*Prozessbausteine bzw. Steuerungsbausteine bzw. Gestaltungsempfehlungen Mensch: Sind die Inhalte für Sie verständlich?*“

Die Auswertung zur Verständlichkeit (Hypothesen B1-B4) ergibt folgende Histogramme (Abbildung 7-2 bis Abbildung 7-5).

³² MATLAB-Befehl: `[p,h] = signrank (x,4.5,'tail','right','method','exact')`

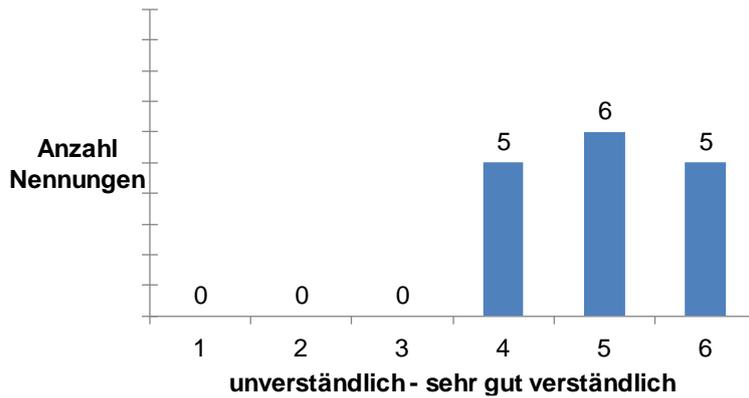


Abbildung 7-2: Antworten auf die Frage „Sind die Inhalte im Handbuch insgesamt für Sie verständlich?“ (n=16)

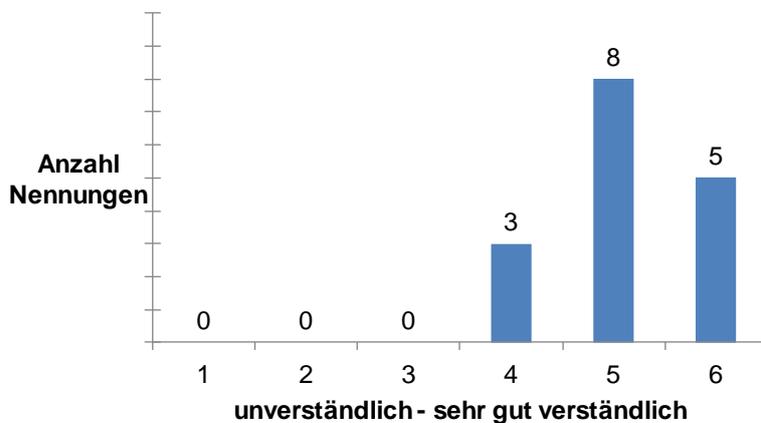


Abbildung 7-3: Antworten auf die Frage „Prozessbausteine: Sind die Inhalte für Sie verständlich?“ (n=16)

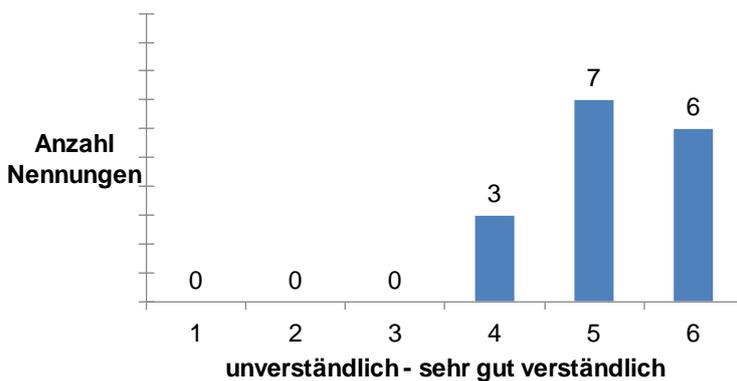


Abbildung 7-4: Antworten auf die Frage „Steuerungsbausteine: Sind die Inhalte für Sie verständlich?“ (n=16)

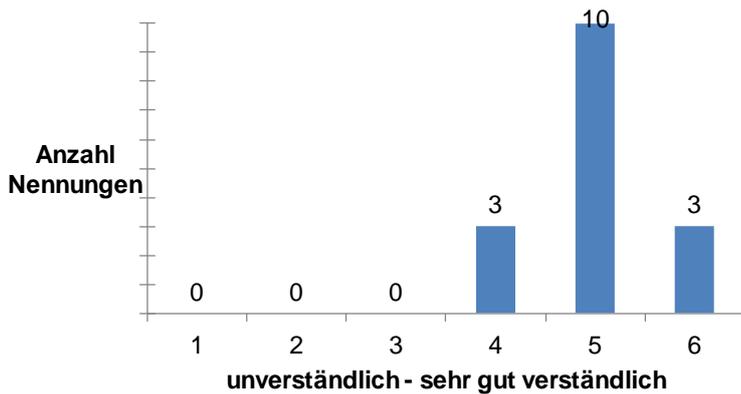


Abbildung 7-5: Antworten auf die Frage „Gestaltungsempfehlungen Mensch: Sind die Inhalte für Sie verständlich?“ (n=16)

Der Leitfaden wird bezüglich der Verständlichkeit der Inhalte für gut befunden, wenn der Median der Antworten größer ist als 4,5. Die zu prüfenden Hypothesen lauten:

- *Hypothese B1: Der Median der Verteilung zur Bewertung der Planungsschritte liegt über 4,5.*
- *Hypothese B2: Der Median der Verteilung zur Bewertung der Prozessbausteine liegt über 4,5.*
- *Hypothese B3: Der Median der Verteilung zur Bewertung der Steuerungsbausteine liegt über 4,5.*
- *Hypothese B4: Der Median der Verteilung zur Bewertung der Gestaltungsempfehlungen zum Null-Fehler-Prinzip liegt über 4,5.*

Der Hypothesentest (Wilcoxon-Test) zu B1 ergibt $h = 1$ und $p = 0,0209$. Damit kann die Nullhypothese verworfen und die Hypothese B1 angenommen werden. Der Hypothesentest zu B2 ergibt $h = 1$ und $p = 0,0036$ und die Hypothese kann angenommen werden. Der Test zu B3 ergibt $h = 1$ und $p = 0,028$. Die Hypothese wird angenommen. Der Test zu B4 ergibt $h = 1$, $p = 0,0058$ und die Hypothese wird angenommen.

➔ Die Verständlichkeit des Planungsvorgehens kann als durchweg positiv angenommen werden.

Vollständigkeit des Planungsvorgehens (C)

Um Angaben zur Angemessenheit der Informationsmenge im Planungsvorgehen zu erhalten, wurden die folgenden Fragen gestellt:

- *„Sind die Inhalte im Handbuch insgesamt ausreichend?“*
- *„Sind die Informationen zu den Prozessbausteinen bzw. Steuerungsbausteinen bzw. Gestaltungsempfehlungen Mensch ausreichend?“*

Die Auswertung zur Ausführlichkeit (Konfidenzintervalle C1-C4) ergeben folgende Histogramme (Abbildung 7-6 - Abbildung 7-9).

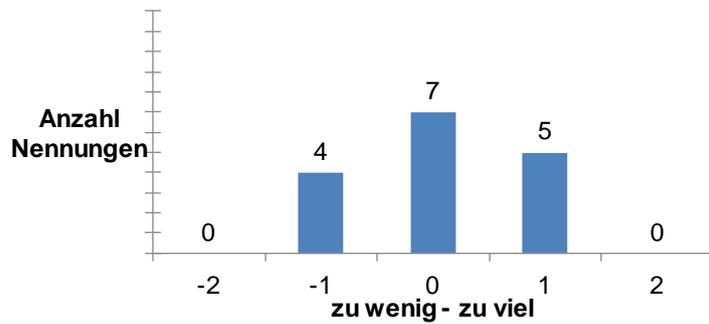


Abbildung 7-6: Antworten auf die Frage „Sind die Inhalte im Handbuch insgesamt ausreichend?“ (n=16)

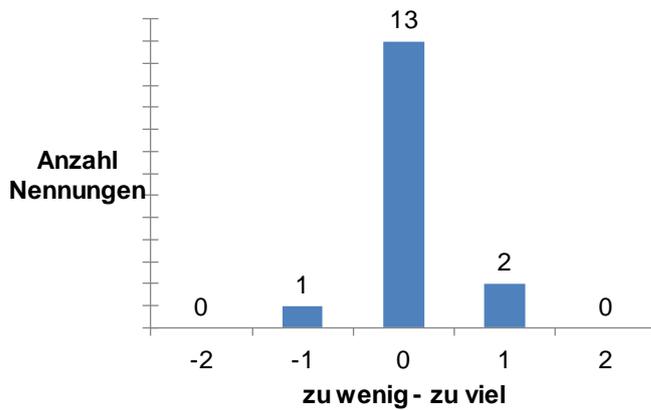


Abbildung 7-7: Antworten auf die Frage „Sind die Informationen zu den Prozessbausteinen ausreichend?“ (n=16)

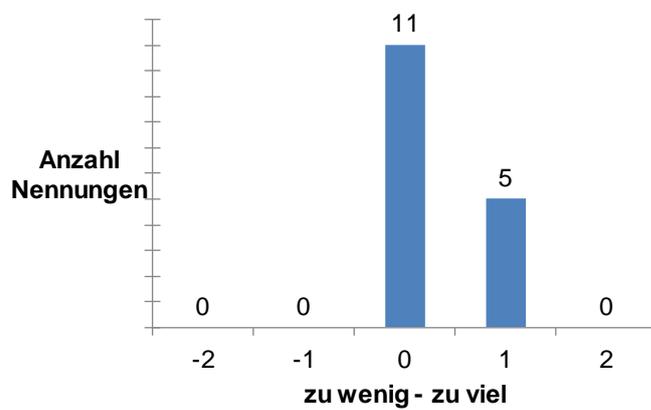


Abbildung 7-8: Antworten auf die Frage „Sind die Informationen zu den Steuerungsbausteinen ausreichend?“ (n=16)

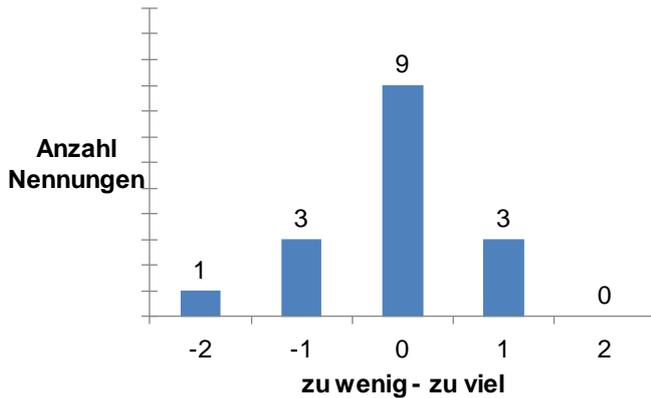


Abbildung 7-9: Antworten auf die Frage „Sind die Informationen zum Bereich Mensch ausreichend?“ (n=16)

Die Inhalte im Planungsleitfaden werden als ausreichend befunden, wenn das Konfidenzintervall um den Wert 0 liegt und klein ist.

- *Konfidenzintervall C1: Gewünscht ist ein Erwartungswert von 0 bei der Bewertung der Planungsschritte.*
- *Konfidenzintervall C2: Gewünscht ist ein Erwartungswert von 0 bei der Bewertung der Prozessbausteine.*
- *Konfidenzintervall C3: Gewünscht ist ein Erwartungswert von 0 bei der Bewertung der Steuerungsbausteine.*
- *Konfidenzintervall C4: Gewünscht ist ein Erwartungswert von 0 bei der Bewertung der Gestaltungsempfehlungen.*

Der KS-Test bzw. die grafische Prüfung bestätigen die Annahme einer Normalverteilung, so dass die Konfidenzintervalle für den Erwartungswert berechnet werden können. Diese zeigen insgesamt ein gutes Ergebnis, nur bei den Steuerungsbausteinen werden die Informationen als etwas zu viel empfunden:

$$-0,35 \leq \mu_{C1} \leq 0,47$$

$$-0,17 \leq \mu_{C2} \leq 0,30$$

$$0,06 \leq \mu_{C3} \leq 0,57$$

$$-0,55 \leq \mu_{C4} \leq 0,30$$

Zur Einschätzung der Vollständigkeit der Planungsschritte enthielt der Fragebogen die Fragen „Sind alle notwendigen Planungsschritte berücksichtigt?“ und „Sind alle Prozessbausteine bzw. Steuerungsbausteine vorhanden?“.

Die Auswertungen zur Vollständigkeit (Hypothese D1-D4) ergeben folgende Histogramme (Abbildung 7-10 bis Abbildung 7-12):

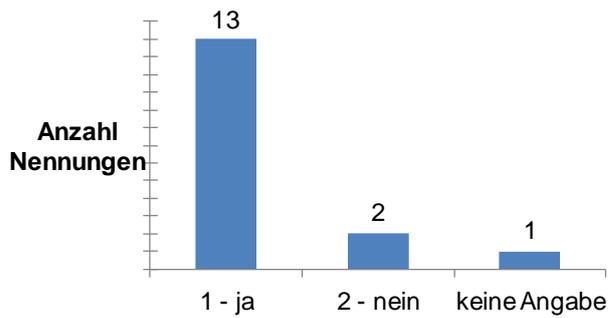


Abbildung 7-10: Antworten auf die Frage „Sind alle notwendigen Planungsschritte berücksichtigt?“ (n=16)

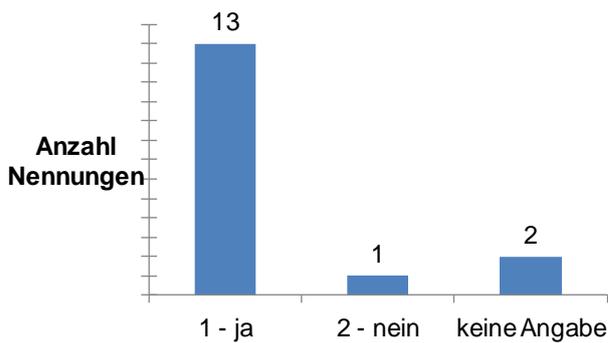


Abbildung 7-11: Antworten auf die Frage „Sind alle Prozessbausteine vorhanden?“ (n=16)

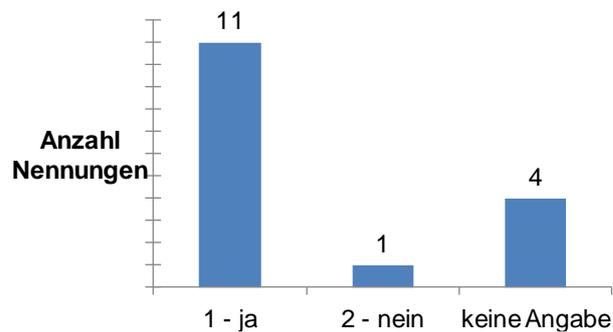


Abbildung 7-12: Antworten auf die Frage „Sind alle Steuerungsbausteine vorhanden?“ (n=16)

Die Planungsschritte sollen als vollständig gelten, wenn der Median kleiner 1,2 ist. Es sollen die folgenden Hypothesen geprüft werden

- *Hypothese C5: Bei der Bewertung der Planungsschritte liegt der Median der Verteilung unter 1,2.*
- *Hypothese C6: Bei der Bewertung der Prozessbausteine liegt der Median der Verteilung unter 1,2.*
- *Hypothese C7: Bei der Bewertung der Steuerungsbausteine liegt der Median der Verteilung unter 1,2.*

Der Hypothesentest (Wilcoxon-Test³³) zu C5 ergibt $h = 1$ und $p = 0,0309$. Der Test zu C6 ergibt $h = 1$ und $p = 0,0057$ und zu C7 $h = 1$ und $p = 0,0166$. Damit können die Hypothesen C5 bis C7 angenommen werden.

- Die Inhalte im Planungsvorgehen sind ausreichend und die Planungsschritte sowie die Prozess- und Steuerungsbausteine vollständig.

Nutzen des Planungsvorgehens (D)

Um den Nutzen des Planungsvorgehens zu bewerten werden die Fragen gestellt: „Ist das Handbuch bzw. sind die Prozess- bzw. Steuerungsbausteine bei der Planung eines logistischen Wertstroms nützlich?“ sowie „Sind die Gestaltungsempfehlungen für den Planer nützlich, um robuste und leistungsfähige Prozesse zu gestalten?“ Die Auswertung der Stichprobenergebnisse zum Nutzen des Planungsvorgehens ergeben folgende Histogramme (Abbildung 7-13 bis Abbildung 7-16):

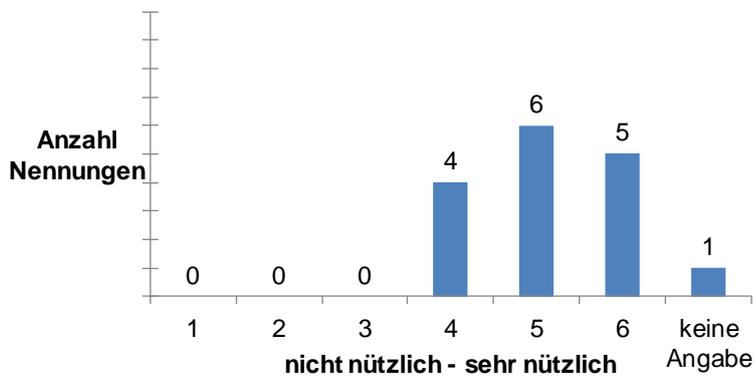


Abbildung 7-13: Antworten auf die Frage „Ist das Handbuch bei der Planung eines logistischen Wertstroms nützlich?“ (n=16)

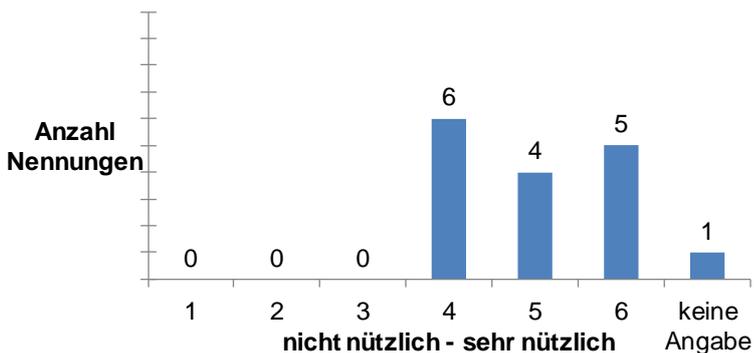


Abbildung 7-14: Antworten auf die Frage „Sind die Prozessbausteine bei der Planung eines logistischen Wertstroms nützlich?“ (n=16)

³³ MATLAB-Befehl: `[p,h] = signrank (x,1.2,'tail','left', 'method','exact')`

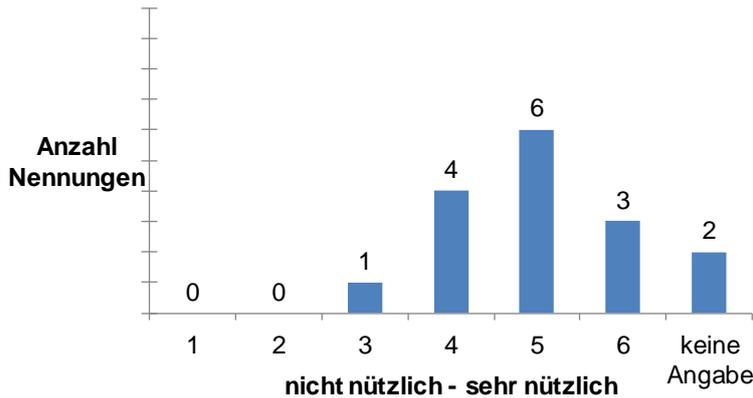


Abbildung 7-15: Antworten auf die Frage „Sind die Steuerungsbausteine bei der Planung eines logistischen Wertstroms nützlich?“ (n=16)

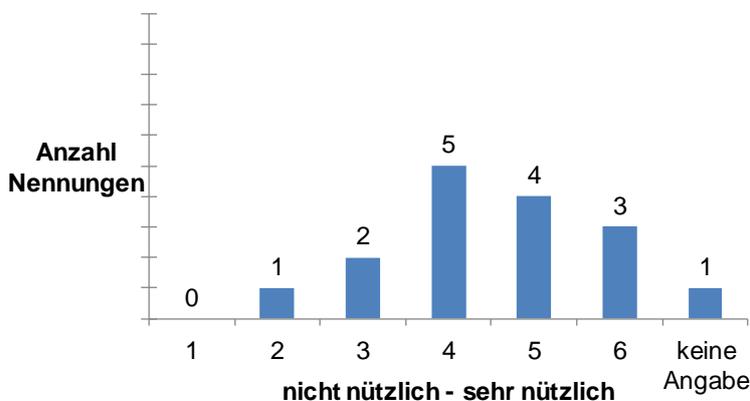


Abbildung 7-16: Antworten auf die Frage „Sind die Gestaltungsempfehlungen für den Planer nützlich, um robuste und leistungsfähige Prozesse zu gestalten?“ (n=16)

Der Nutzen des entwickelten Planungsvorgehens gilt als bestätigt, wenn der Median über 4,5 liegt. Die zugehörigen Hypothesen lauten:

- *Hypothese D1: Bei der Bewertung der Planungsschritte liegt der Median der Verteilung über 4,5.*
- *Hypothese D2: Bei der Bewertung der Prozessbausteine liegt der Median der Verteilung über 4,5.*
- *Hypothese D3: Bei der Bewertung der Steuerungsbeispiele liegt der Median der Verteilung über 4,5.*
- *Hypothese D4: Bei der Bewertung der Gestaltungsempfehlungen zum Null-Fehler-Prinzip liegt der Median der Verteilung über 4,5.*

Der Hypothesentest zu D1 ergibt $h = 1$ und $p = 0,0135$. Damit kann die Hypothese D1 angenommen werden. Die Nullhypothesen zu D2, D3 und D4 lassen sich nicht verwerfen, weshalb die Hypothesen nicht angenommen werden können.

- Der Nutzen der zehn Planungsschritte kann als hoch angenommen werden. Die hohe oder sehr hohe Nützlichkeit der Bausteine sowie der Gestaltungsempfehlungen kann nicht bestätigt werden.

Veränderung der Planungsdurchführung bei Anwendung des Planungsleitfadens (E)

Wenn das entwickelte Planungsvorgehen zum Einsatz kommt, werden die notwendigen Schritte zur Grobplanung eines Logistikprozesses vollständiger durchgeführt. Somit gelingt es, dass alle Aspekte bei der Planung sorgfältig beachtet werden. Um diesen gewünschten Effekt zu prüfen, wird auf nach der Häufigkeit der Durchführung der einzelnen Planungsschritte gefragt – bisher ohne Leitfaden und zukünftig bei Verwendung des Leitfadens: „Welche Planungsschritte haben Sie bisher (ohne Leitfaden) durchgeführt?“ bis „Welche Planungsschritte werden Sie zukünftig bei Verwendung des Leitfadens durchführen?“

Als Maß für die Planungssorgfalt soll der Mittelwert der Durchführungshäufigkeiten aller zehn Planungsschritte dienen. Die Auswertung der Stichprobe liefert das folgende Diagramm (Abbildung 7-17). Sechs der 16 Fragebögen enthielten keine vollständigen Antworten und konnten deshalb bei der Auswertung nicht berücksichtigt werden. Die in der Grafik aufgetragenen Werte sind die Mittelwerte jedes Fragebogens bezogen auf die Häufigkeit der Durchführung der einzelnen Planungsschritte:

$$\text{gemittelte Durchführungshäufigkeit} = \frac{\sum_{i=1}^{10} \text{Häufigkeit der Durchführung des Planungsschritts } i}{10}$$

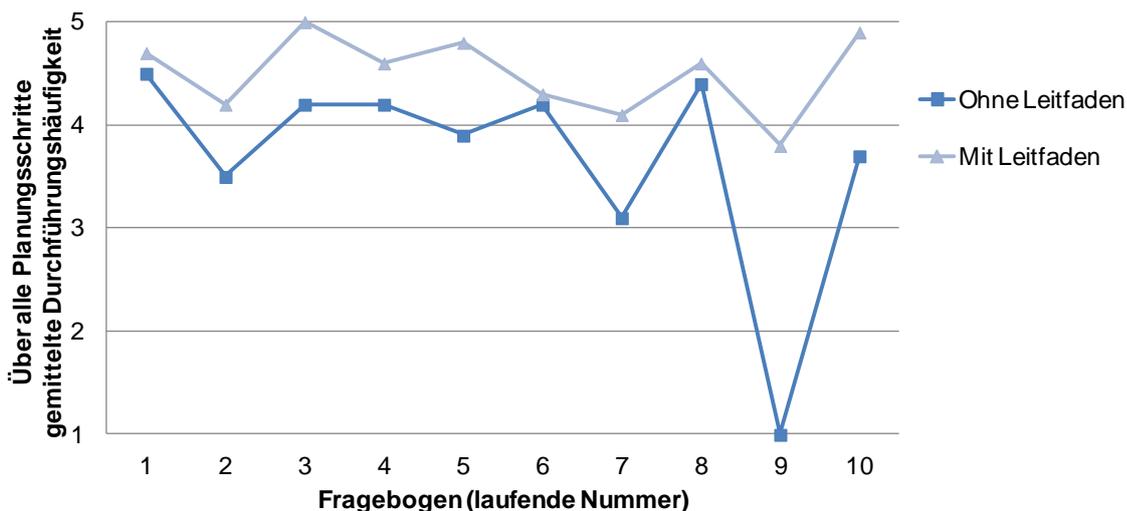


Abbildung 7-17: Mittelwerte der Antworten auf die Fragen „Welche Planungsschritte haben Sie bisher (ohne Leitfaden) durchgeführt ?“ und „Welche Planungsschritte werden Sie zukünftig bei Verwendung des Leitfadens durchführen?“ (n=10)

Die zu prüfende Hypothese E lautet: *Bezogen auf die Durchführungshäufigkeit der Planungsschritte ist der Median der Mittelwerte beim bisherigen Vorgehen kleiner als der Median der Mittelwerte bei zukünftiger Verwendung des Leitfadens.*

Die Prüfung der Hypothese E (Wilcoxon³⁴) liefert $h = 1$ und $p = 0,00097$. Damit kann die Hypothese angenommen werden.

- Bei Verwendung des Planungsleitfadens werden die einzelnen notwendigen Planungsschritte signifikant häufiger durchgeführt. Dies erhöht die Sorgfalt bei der Berücksichtigung von allen relevanten Aspekten bei der Planung.

Veränderung der Planungsdocumentation bei Anwendung des Planungsleitfadens (F)

Das Planungsvorgehen führt zu einer aussagekräftigen Dokumentation der Planungsvoraussetzungen, -annahmen und -ergebnisse. Zur Stützung dieser These werden zwei Aspekte untersucht: die Häufigkeit der Dokumentation der einzelnen Planungsschritte sowie die Einschätzung zur Qualität der aus dem Planungsvorgehen resultierenden Dokumentation.

Es wurden folgende Fragen gestellt: „*Welche Planungsschritte haben Sie bisher (ohne Leitfaden) dokumentiert?*“ und „*Welche Planungsschritte werden Sie zukünftig bei Verwendung des Leitfadens dokumentieren?*“ sowie „*Führt die Verwendung des Leitfadens zu einer strukturierten, nachvollziehbaren Dokumentation der Planungsvoraussetzungen, -annahmen und -ergebnisse?*“

Die Auswertung der Stichprobe analog zum Vorgehen zur Prüfung der Hypothese F liefert das folgende Diagramm (Abbildung 7-18). In die Auswertung konnten 13 vollständig beantwortete Fragebögen einfließen.

³⁴ MATLAB-Befehl: `[p,h] = signrank(x1,x2,'tail','left','method','exact')`

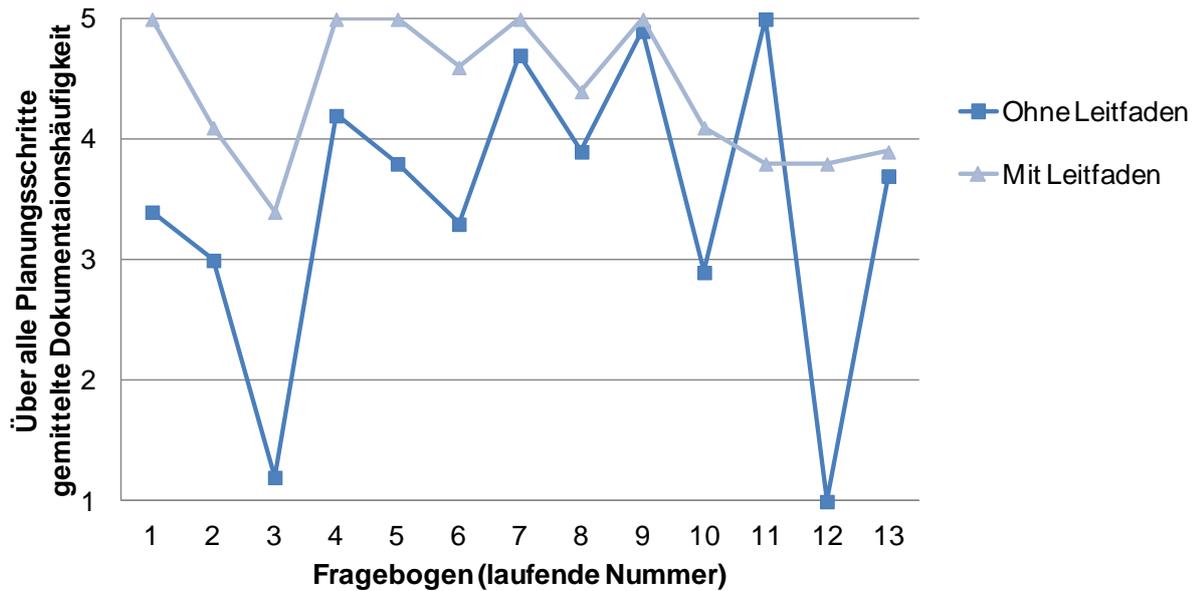


Abbildung 7-18: Mittelwerte der Antworten auf die Fragen „Welche Planungsschritte haben Sie bisher (ohne Leitfaden) dokumentiert?“ und „Welche Planungsschritte werden Sie zukünftig bei Verwendung des Leitfadens dokumentieren?“ (n=13)

Die Auswertung zur Bewertung der Qualität der Dokumentation ergibt folgendes Histogramm (Abbildung 7-19):

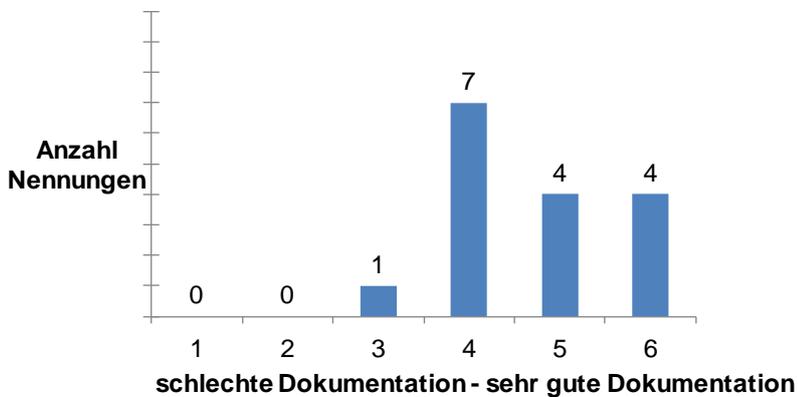


Abbildung 7-19: Antworten auf die Frage „Führt die Verwendung des Leitfadens zu einer strukturierten, nachvollziehbaren Dokumentation der Planungsvoraussetzungen, -annahmen und -ergebnisse?“ (n=16)

Die zuprüfenden Hypothesen lauten:

- *Hypothese F1: Bezogen auf die Dokumentationshäufigkeit der Planungsschritte ist der Median der Mittelwerte beim bisherigen Vorgehen kleiner als der Median der Mittelwerte bei zukünftiger Verwendung des Leitfadens.*
- *Hypothese F2: Bei der Bewertung der Dokumentationsqualität liegt der Median der Verteilung über 4,5.*

Die Prüfung der Hypothese F1 (Wilcoxon) liefert $h = 1$ und $p = 0,0016$. Damit kann die Hypothese F1 angenommen werden.

Die Nullhypothese zu F2 wird nicht zurückgewiesen, weshalb die Hypothesen nicht angenommen werden können. Die erneute Prüfung mit abgeschwächter Anforderung an den Median ergibt:

Hypothese F2': Bei der Bewertung der Dokumentationsqualität liegt der Median der Verteilung über 4.

Die Nullhypothese wird verworfen ($h = 1$, $p = 0,0117$) und die Hypothese F2' kann angenommen werden.

- Bei Verwendung des Planungsvorgehens erhöht sich die Dokumentationshäufigkeit signifikant. Ein sehr hohes Qualitätsniveau der Dokumentation kann nicht bestätigt werden. Es gelingt die Bestätigung bei Verringerung des Anspruch auf eine hohe Dokumentationsqualität, was einer guten Bewertung entspricht.

Bewertung der Planungsunterstützung (G)

Das Planungsvorgehen soll sowohl Planer mit mehr als auch mit weniger Erfahrung unterstützen. Eine Weiterempfehlung an Kollegen würde die positive Einschätzung der Planer unterstreichen. Es werden die folgenden Fragen gestellt: „Kann der Planungsleitfaden *unerfahrene* Planer bei der Planung logistischer Wertströme unterstützen?“, „Kann der Planungsleitfaden *erfahrene* Planer bei der Planung logistischer Wertströme unterstützen?“ und „Würden Sie den Planungsleitfaden Ihren Kollegen empfehlen?“

Die Auswertung zur Unterstützung von unerfahrenen und erfahrenen Planern ergibt folgende Histogramme (Abbildung 7-20, Abbildung 7-21):

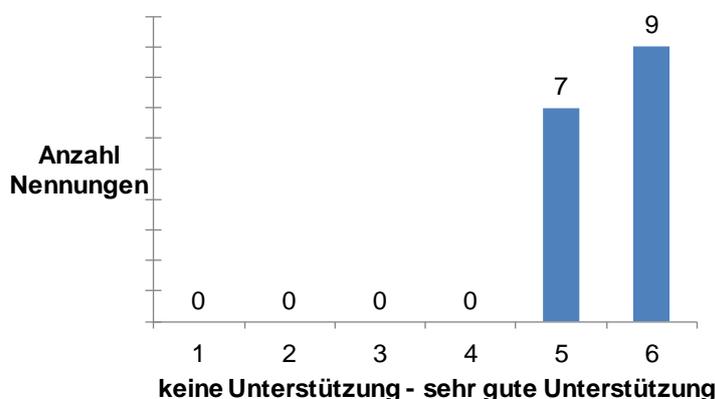


Abbildung 7-20: Antworten auf die Frage „Kann der Planungsleitfaden *unerfahrene* Planer bei der Planung logistischer Wertströme unterstützen?“ (n=16)

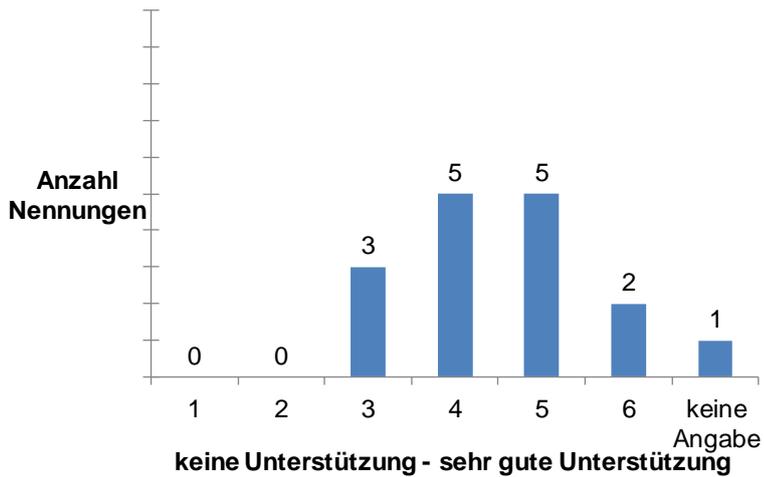


Abbildung 7-21: Antworten auf die Frage „Kann der Planungsleitfaden *erfahrene* Planer bei der Planung logistischer Wertströme unterstützen?“ (n=16)

Das Histogramm zur Frage nach der Empfehlung an Kollegen entspricht Abbildung 7-22.

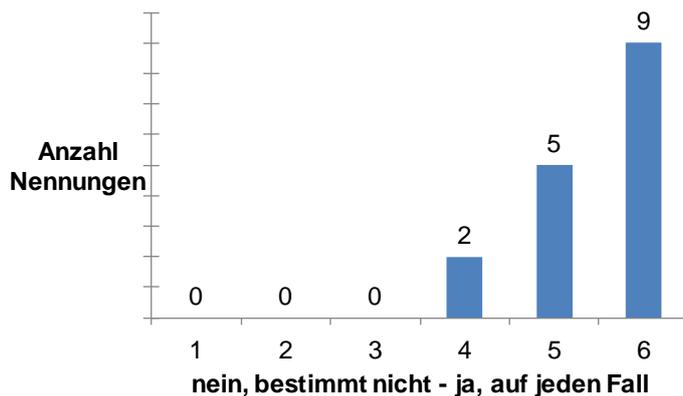


Abbildung 7-22: Antworten auf die Frage „Würden Sie den Planungsleitfaden Ihren Kollegen empfehlen?“ (n=16)

Es werden drei Hypothesen untersucht:

- *Hypothese G1: Der Median der Verteilung der Einschätzungen zur Unterstützung eines unerfahrenen Planers liegt über 4,5.*
- *Hypothese G2: Der Median der Verteilung der Einschätzungen zur Unterstützung eines erfahrenen Planers liegt über 4,5.*
- *Hypothese G3: Der Median der Verteilung der Weiterempfehlungen liegt über 4,5.*

Der Hypothesentest zu G1 ergibt $h = 1$ und $p = 1,5259 \cdot 10^{-5}$ und G1 wird angenommen. Die Nullhypothese zu G2 wird nicht verworfen, weshalb eine zweite Hypothese mit geringeren Anforderungen aufgestellt wird:

Hypothese G2': Der Median der Verteilung der Einschätzungen zur Unterstützung eines erfahrenen Planers liegt über 3,5.

Diese Hypothese (G2') kann mit $h = 1$ und $p = 0,03$ bestätigt werden.

Die Hypothese G3 wird mit $p = 4.4250 \cdot 10^{-4}$ angenommen.

- ➔ Die Unterstützung durch den Leitfaden wird als hoch empfunden. Vor allem für Planer mit wenig Erfahrung bietet das Vorgehen eine sehr gute Hilfestellung, auch erfahrene Planer können profitieren. Die Frage nach einer Empfehlung des Vorgehens wird durchweg sehr positiv beantwortet.

Planungsleitfaden als Wissenssammlung (H)

Die Bündelung von Planungswissen im Leitfaden gelingt durch die Ergänzung weiterer Erkenntnisse durch Logistikplaner, die die Wissenssammlung stetig anwachsen lassen. Um die Akzeptanz einer Wissenssammlung zu ermitteln, werden die Fragen gestellt „Ist der Planungsleitfaden geeignet Planerwissen in einem allen zugänglichen Dokument zu sammeln?“ und „Würden Sie persönlich Erkenntnisse, Erfahrungen, Anmerkungen im Leitfaden ergänzen?“.

Die Histogramme zur Stichprobenauswertung entsprechen Abbildung 7-23 und Abbildung 7-24.

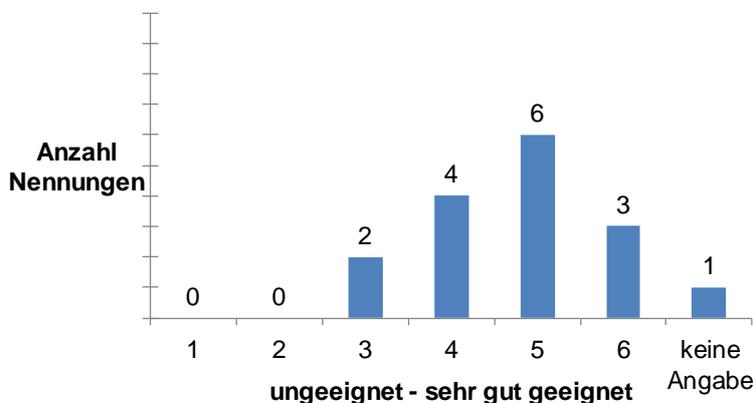


Abbildung 7-23: Antworten auf die Frage „Ist der Planungsleitfaden geeignet Planerwissen in einem allen zugänglichen Dokument zu sammeln?“ (n=16)

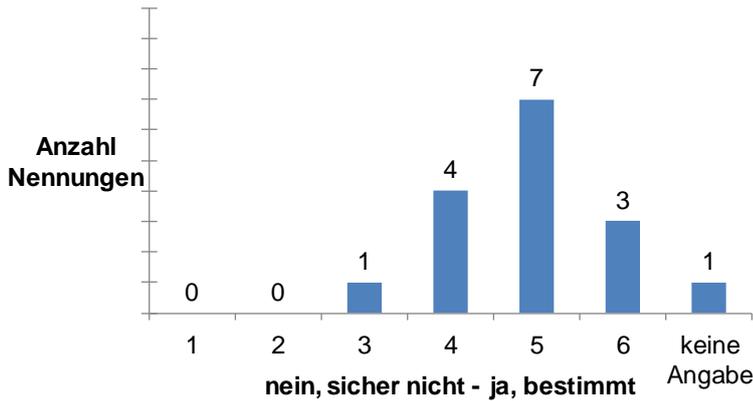


Abbildung 7-24: Antworten auf die Frage „Würden Sie persönlich Erkenntnisse, Erfahrungen, Anmerkungen im Leitfaden ergänzen?“ (n=16)

Die Eignung als Wissenssammlung wird als gut befunden, wenn der Median über 4,5 liegt. Die persönliche Mitwirkung an der Wissenssammlung ist gewährleistet bei einem Median größer 4,5.

Dazu werden die Hypothese geprüft:

Hypothese H1: Der Median der Verteilung zur Eignung als Wissenssammlung liegt über 4,5.

Hypothese H2: Der Median der Verteilung der Bereitschaft Wissen zu ergänzen liegt über 4,5.

Die Hypothesen können nicht angenommen werden. Die Hypothesen H1' und H2' mit verringerten Anforderungen in Form der Forderung nach einem Median größer 4 bestehen die Prüfung. Die Hypothese H1' kann angenommen werden ($p = 0,0181$), genauso wie die Hypothese H2' ($p = 0,0044$).

- ➔ Der Planungsleitfaden eignet sich zur Sammlung von Wissen zur Grobplanung von Logistikprozessen und die Bereitschaft selbst Erkenntnisse zu ergänzen ist gegeben.

7.6 Ergebnisse der Hypothesentests: Zusammenfassung

Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse der Hypothesentests in einer Übersicht zusammen (Tabelle 7-4).

Untersuchte Hypothesen	Ergebnis
A Struktur des Planungsvorgehens	
Hypothese A: <i>Der Median der Verteilung liegt über 4,5.</i>	x

B Verständlichkeit des Planungsvorgehens	
Hypothese B1: <i>Der Median der Verteilung zur Bewertung der Planungsschritte liegt über 4,5.</i>	x
Hypothese B2: <i>Der Median der Verteilung zur Bewertung der Prozessbausteine liegt über 4,5.</i>	x
Hypothese B3: <i>Der Median der Verteilung zur Bewertung der Steuerungsbausteine liegt über 4,5.</i>	x
Hypothese B4: <i>Der Median der Verteilung zur Bewertung der Gestaltungsempfehlungen zum Null-Fehler-Prinzip liegt über 4,5.</i>	x
C Vollständigkeit des Planungsvorgehens	
Konfidenzintervall C1: <i>Gewünscht ist ein Erwartungswert von 0 bei der Bewertung der Planungsschritte.</i>	[-0,35; 0,47]
Konfidenzintervall C2: <i>Gewünscht ist ein Erwartungswert von 0 bei der Bewertung der Prozessbausteine.</i>	[-0,17; 0,30]
Konfidenzintervall C3: <i>Gewünscht ist ein Erwartungswert von 0 bei der Bewertung der Steuerungsbausteine.</i>	[0,06; 0,57]
Konfidenzintervall C4: <i>Gewünscht ist ein Erwartungswert von 0 bei der Bewertung der Gestaltungsempfehlungen.</i>	[-0,55; 0,30]
Hypothese C5: <i>Bei der Bewertung der Planungsschritte liegt der Median der Verteilung unter 1,2.</i>	x
Hypothese C6: <i>Bei der Bewertung der Prozessbausteine liegt der Median der Verteilung unter 1,2.</i>	x
Hypothese C7: <i>Bei der Bewertung der Steuerungsbausteine liegt der Median der Verteilung unter 1,2.</i>	x
D Nutzen des Planungsvorgehens	
Hypothese D1: <i>Bei der Bewertung der Planungsschritte liegt der Median der Verteilung über 4,5.</i>	x
Hypothese D2: <i>Bei der Bewertung der Prozessbausteine liegt der Median der Verteilung über 4,5.</i>	-
Hypothese D3: <i>Bei der Bewertung der Steuerungsbausteine liegt der Median der Verteilung über 4,5.</i>	-
Hypothese D4: <i>Bei der Bewertung der Gestaltungsempfehlungen</i>	

<p>zum Null-Fehler-Prinzip liegt der Median der Verteilung über 4,5.</p>	<p>-</p>
<p>E Veränderung der Planungsdurchführung bei Anwendung des Planungsleitfaden</p>	
<p>Hypothese E: <i>Bezogen auf die Durchführungshäufigkeit der Planungsschritte ist der Median der Mittelwerte beim bisherigen Vorgehen kleiner als der Median der Mittelwerte bei zukünftiger Verwendung des Leitfaden.</i></p>	<p>x</p>
<p>F Veränderung der Planungsdocumentation bei Anwendung des Planungsleitfaden</p>	
<p>Hypothese F1: <i>Bezogen auf die Dokumentationshäufigkeit der Planungsschritte ist der Median der Mittelwerte beim bisherigen Vorgehen kleiner als der Median der Mittelwerte bei zukünftiger Verwendung des Leitfaden.</i></p>	<p>x</p>
<p>Hypothese F2: <i>Bei der Bewertung der Dokumentationsqualität liegt der Median der Verteilung über 4,5.</i></p>	<p>-</p>
<p>Hypothese F2': <i>Bei der Bewertung der Dokumentationsqualität liegt der Median der Verteilung über 4.</i></p>	<p>x</p>
<p>G Bewertung der Planungsunterstützung</p>	
<p>Hypothese G1: <i>Der Median der Verteilung der Einschätzungen zur Unterstützung eines unerfahrenen Planers liegt über 4,5.</i></p>	<p>x</p>
<p>Hypothese G2: <i>Der Median der Verteilung der Einschätzungen zur Unterstützung eines erfahrenen Planers liegt über 4,5.</i></p>	<p>-</p>
<p>Hypothese G2': <i>Der Median der Verteilung der Einschätzungen zur Unterstützung eines erfahrenen Planers liegt über 3,5.</i></p>	<p>x</p>
<p>Hypothese G3: <i>Der Median der Verteilung der Weiterempfehlungen liegt über 4,5.</i></p>	<p>x</p>
<p>H Planungsleitfaden als Wissenssammlung</p>	
<p>Hypothese H1: <i>Der Median der Verteilung zur Eignung als Wissenssammlung liegt über 4,5.</i></p>	<p>-</p>
<p>Hypothese H1': <i>Der Median der Verteilung zur Eignung als Wissenssammlung liegt über 4.</i></p>	<p>x</p>
<p>Hypothese H2: <i>Der Median der Verteilung der Bereitschaft Wis-</i></p>	<p>-</p>

<i>sen zu ergänzen liegt über 4,5.</i>	
Hypothese H2': <i>Der Median der Verteilung der Bereitschaft Wissen zu ergänzen liegt über 4.</i>	x

Legende: x Hypothese bestätigt - Nullhypothese nicht abgelehnt ($\alpha = 5\%$)

Tabelle 7-4: Übersicht der Ergebnisse der Hypothesentests

7.7 Bewertung der Dokumentationsvorgaben im Planungsvorgehen durch Prüfung in der Praxis

Das entwickelte Planungsvorgehen konnte im Rahmen eines Logistikplanungsprojekts im Praxiseinsatz erprobt werden. Dabei zeigte sich einerseits die strukturierte Arbeitsweise als effektivitäts- und effizienzfördernd, andererseits konnten die Vorteile einer *nachvollziehbaren* Planungsarbeit sowohl bei der Arbeit im Planungsteam als auch bei der Kommunikation der geplanten Prozessveränderungen gegenüber anderen Abteilungen und dem Management geprüft und bestätigt werden. Im Rahmen der Evaluation des Planungsvorgehens sollen deshalb die im Planungsvorgehen vorgesehenen Dokumentationsinhalte am Beispiel dargestellt werden. Außerdem wird von den Erfahrungen bei der Arbeit mit den entstandenen Dokumenten berichtet.

Planungsaufgabe im vorgestellten Projekt war die Neugestaltung der Materialflüsse zur Ver- und Entsorgung der Produktion eines Unternehmens der Luftfahrtbranche. Der Produktionsbereich befasst sich mit der Wartung von Flugzeugen. Nach einer Analysephase, in der die Materialflüsse mit Hilfe der logistikorientierten Wertstromanalyse³⁵ aufgenommen und untersucht wurden, konnten Auftragsfamilien gebildet werden, für die es im Anschluss jeweils einen logistischen Wertstrom zu gestalten galt. Das dokumentierte Ergebnis der ersten drei Planungsschritte ist im Ansatz in Abbildung 7-25 dargestellt. Es konnte der Kunde des betrachteten Wertstromabschnitts sowie der Lieferant identifiziert und hinsichtlich der fünf logistischen Aspekte spezifiziert werden. Zur Auftragsfamilie fand eine Analyse der verfügbaren Systemdaten statt, mit dem Ergebnis, dass der zu planende Wertstrom etwa 100.000 Aufträge pro Jahr bedient. Für den Wertstrom wurde ein Verantwortlicher festgelegt, der im Planungsteam mitarbeitete.

³⁵ Die Logistikorientierte Wertstromanalyse ist in Günthner, W.; Durchholz, J.; Klenk, E.; Boppert, J.: Schlanke Logistikprozesse. Handbuch für den Planer [Gün-2013b] ausführlich vorgestellt.



Abbildung 7-25: Praxisbeispiel: Dokumentation der Planungsschritte 1-3

Die Strukturierung der Gesamtplanungsaufgabe durch die Festlegung von Auftragsfamilien und zugehörigen Wertströmen erleichterte die Arbeit zu Beginn des Projekts und führte zu einer schnellen Reduzierung der Prozesskomplexität. Insgesamt bearbeitete das Projekt vier Auftragsfamilien, die durch die klare Definition jeder Auftragsfamilie nachvollziehbar voneinander abzugrenzen waren.

Im Anschluss galt es den idealen Ablauf aufzustellen und sich fortan daran zu orientieren. Im betrachteten Wertstrom stellt sich der Idealprozess sehr einfach dar (Abbildung 7-26): Es ist nur ein Transport notwendig, da Zustand und Zusammensetzung der Waren bereits den Kundenanforderungen entsprechen. Die Prozessschritte werden mit Hilfe der Prozesskästen der logistikorientierten Wertstromanalyse abgebildet. Für die dort vorgeschlagenen Attribute zu den Prozessen werden im Laufe der Planung Festlegungen getroffen.

7.7 Bewertung der Dokumentationsvorgaben im Planungsvorgehen durch Prüfung in der Praxis

Logistische Funktionen	Notwendig?
Transportieren oder Fördern	Ja
Puffern (kurze Zeit) oder Lagern (längere Zeit)	-
Sammeln oder Verteilen	-
Kommissionieren oder Sortieren	-
Ver-/Entpacken, Etikettieren, Prüfen etc.	-

TRANSPORTIEREN	
Vom Lager des LDL in die Halle fahren, zum Kunden im/am Flugzeug bringen	
Stre	...
Zykl	
...	

Ideal

Abbildung 7-26: Praxisbeispiel: Dokumentation des Planungsschritts 4

Im fünften Planungsschritt wurden unter Berücksichtigung der Restriktionen reale Prozessketten gebildet (Abbildung 7-27). Für jeden zusätzlichen Prozessschritt existiert eine nachvollziehbare Begründung, die deutlich macht, unter welchen Bedingungen eine derartige Ergänzung notwendig ist. Auf diese Weise ist eine klare Zuordnung zwischen Vorgaben von außen und den resultierenden Aufwänden im Prozess möglich. Bei der Diskussion im Team und mit dem Management war dies sehr hilfreich, da Stellschrauben ersichtlich werden, um Prozessschritte einzusparen und damit den Aufwand zu reduzieren.

Im Anschluss wurde die Steuerung des Wertstroms entworfen. Nachdem Auftragnehmer und Schrittmacher festgelegt wurden, erhielt jeder Prozessschritt die Zuweisung eines Steuerungsbausteins aus dem Katalog des Planungsvorgehens. Auch die Abläufe zur Erzeugung der Aufträge sind spezifiziert und abgebildet. Zusätzliche Anmerkungen vervollständigen die Informationen. Das Ergebnis des sechsten Planungsschritts ist in Abbildung 7-28 dargestellt.

7 Evaluierung des Planungsvorgehens

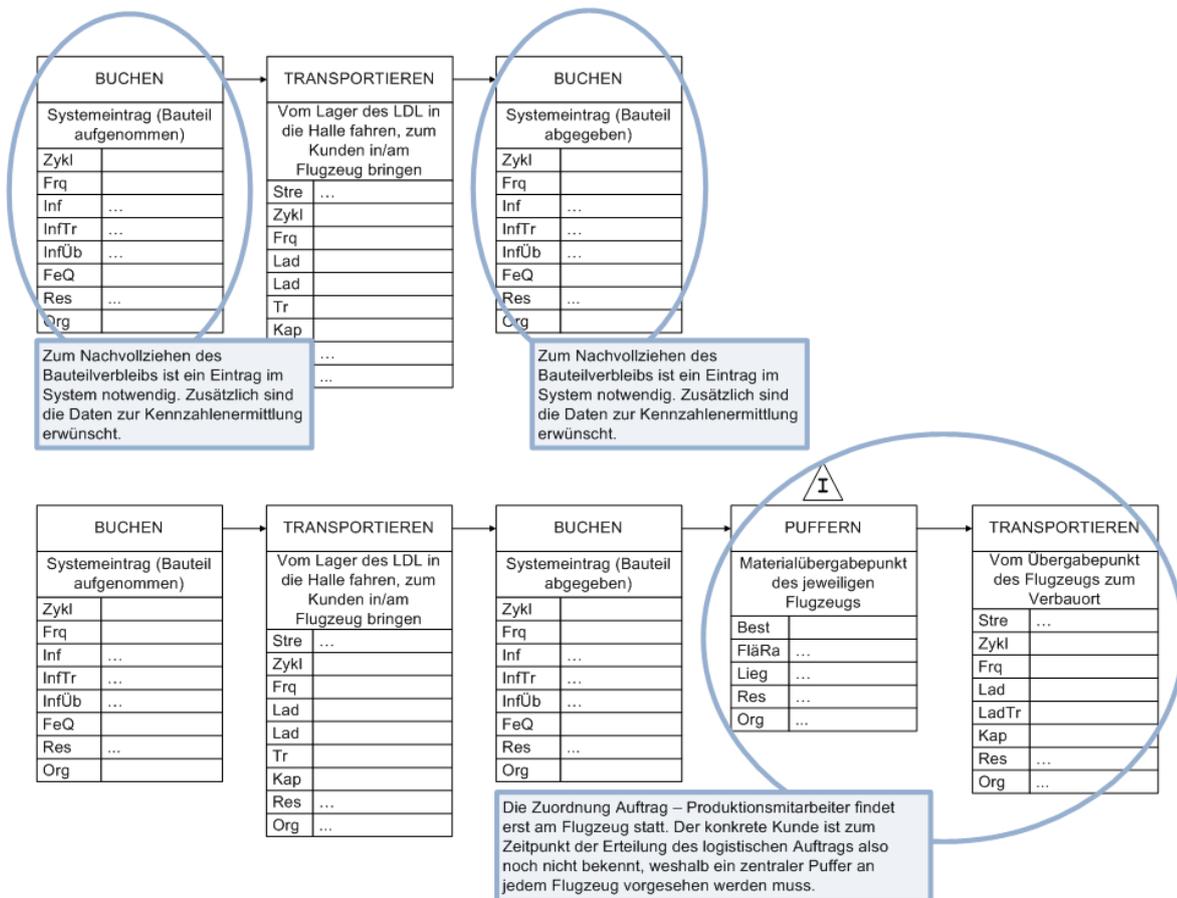


Abbildung 7-27: Praxisbeispiel: Dokumentation des Planungsschritts 5

Im Planungsschritt 7 wurden Datenauswertungen zur Berechnung eines als Planungsgrundlage geltenden Kundentakts sowie verschiedene Abschätzungen zu den benötigten Zeiten je Prozessschritt durchgeführt. Diese sind in einem separaten Dokument festgehalten. Für die Layoutplanung dienten Hallenpläne mit der aktuellen Einrichtung, in die vor Ort Fixpunkte und mögliche Freiheitsgrade eingezeichnet wurden. Die resultierenden Wege(-optionen) waren neben den vorangegangenen Planungsüberlegungen Grundlage für die anschließende Auswahl der Prozessbausteine für die einzelnen Prozessschritte. Die Zuordnung der Prozessbausteine ist ebenfalls in Abbildung 7-28 festgehalten. Durch die Diskussion der Konzepte auf Basis der Prozessbausteine, die allen Teilnehmern (inkl. dem Management) im Vorfeld im Rahmen einer Schulung vorgestellt und zusammen erörtert wurden, war es möglich sehr schnell ein gemeinsames Verständnis vom geplanten Materialfluss zu erlangen. Dadurch konnte sich die inhaltliche Arbeit einerseits auf das Für und Wider verschiedener Konzepte konzentrieren und andererseits Spezifika und entscheidende Details in den Fokus nehmen, die bei der Weiterverfolgung der Konzepte Berücksichtigung finden mussten.

7.7 Bewertung der Dokumentationsvorgaben im Planungsvorgehen durch Prüfung in der Praxis

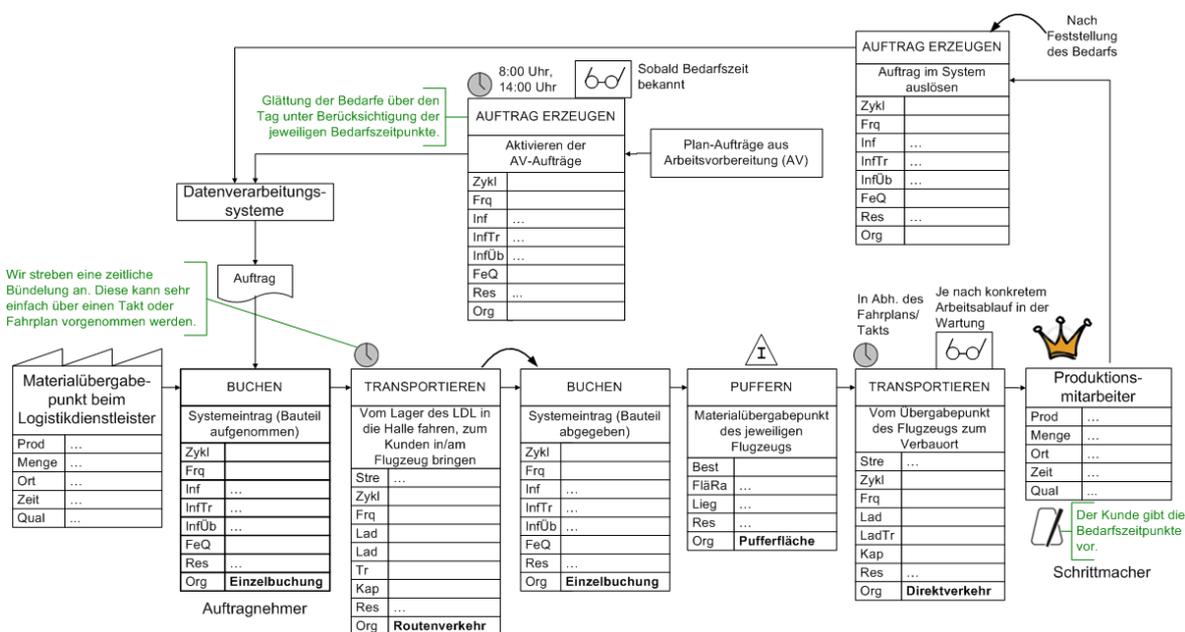


Abbildung 7-28: Praxisbeispiel: Dokumentation der Planungsschritte 6 und 9

Im Zuge der Planung konnten die einzelnen Prozessschritte im Wertstrom kontinuierlich weiter spezifiziert werden. Die in der logistikorientierten Wertstromanalyse festgelegten Attribute je Prozessschritt bildeten eine gute Hilfestellung, um die wesentlichen Informationen festzuhalten. Spätestens im Laufe der Bearbeitung des zehnten Planungsschrittes waren alle Aussagen zur Beschreibung des Grobkonzepts vorhanden. Abbildung 7-29 zeigt ein Beispiel für die Dokumentation eines Prozessschritts im fertigen Grobkonzept.

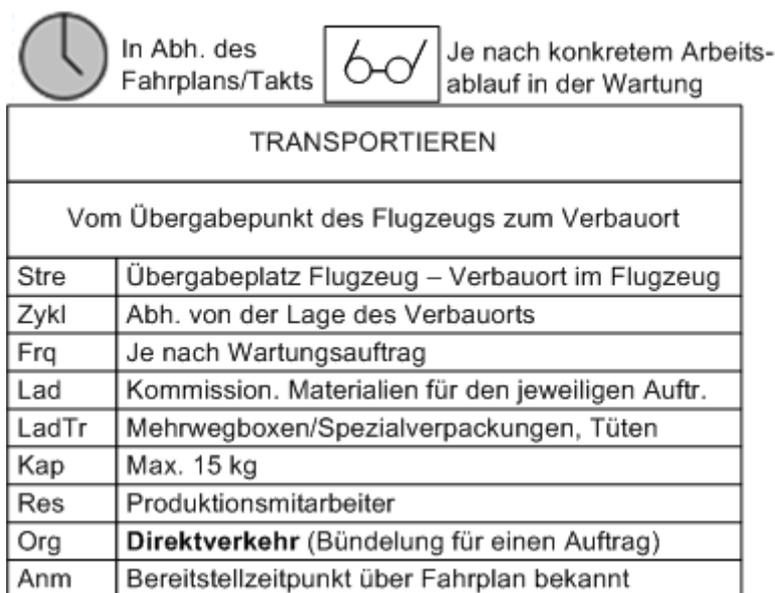


Abbildung 7-29: Praxisbeispiel: Dokumentation eines Prozessschritts im fertigen Grobkonzept

Sowohl im Planungsteam als auch bei der Vorstellung der Konzepte im Rahmen von Statustermen mit dem Management dienten die hier kurz vorgestellten Dokumente einer übersichtlichen, verständlichen Darstellung der erarbeiteten Grobkonzepte und boten die Möglichkeit die Diskussionspunkte und Vereinbarungen nachvollziehbar im Wertstrom selbst oder durch ergänzende Hinweise nachvollziehbar festzuhalten. Die Verwendung der Steuerungs- und Prozessbausteine machte vor allem das Gespräch mit Personen sehr einfach, die an der Schulung zum Planungsvorgehen teilgenommen hatten. Die gesamte Dokumentation eignete sich jedoch auch sehr gut für die Vorstellung der Konzepte bei angrenzenden Bereichen, die nicht mit dem Planungsvorgehen vertraut waren. Als Abschlussdokument der Grobplanung entstand die in Abbildung 7-30 etwas vereinfacht dargestellte Übersicht, die die wesentlichen Überlegungen im Rahmen der Grobplanung enthält. Die Übersicht enthielt außerdem Verweise auf zusätzliche Dokumente z. B. zum Layout oder den Prozesszeiten.

In Summe waren die Erfahrungen mit der Dokumentation der Planungsergebnisse nach den Vorgaben im Planungsvorgehen durchweg positiv. Die Informationen eigneten sich sowohl zur Vorstellung von Ergebnissen als auch zur Diskussion von Varianten oder Einzelheiten und dienten dem gemeinsamen Verständnis im Team, mit dem Management und mit anderen, nicht an der Planung beteiligten Bereichen. Die übersichtliche Darstellungsweise hatte zudem den Vorteil, dass auf Basis *eines* Dokuments unterschiedliche Detaillierungsgrade diskutiert werden konnten.

Der Einsatz in der Praxis konnte zeigen, wie bereits in Abschnitt 5.3 (Seite 122) vorgeweggenommen, dass die Anforderung (f) an das Planungsvorgehen nach Vorgaben zur Dokumentation, die die Entwicklung eines Grobkonzepts vollständig, nachvollziehbar und verständlich machen, sehr gut erfüllt ist.

7.8 Zusammenfassung: Gute Bewertung für das Planungsvorgehen

Zur Bewertung der Güte und des Nutzens des entwickelten Vorgehens zur Planung eines schlanken Logistikprozesses wurden acht Untersuchungsaspekte ausgewählt, die sich auf die unmittelbare Beurteilung des Vorgehens durch Logistikplaner, die Veränderung der Durchführung und Dokumentation von Logistikplanungen durch die Verwendung des Vorgehens sowie die Weiterentwicklung des Leitfadens beziehen. Für eine zielgerichtete Evaluierung wurden die Untersuchungsaspekte mit Hilfe von Hypothesen geprüft. Grundlage war eine Befragung unter Logistikplanern. Zusätzlich kam das Vorgehen in einem Planungsprojekt zum Einsatz, um die Vorgaben zur Dokumentation der Planungsergebnisse auf ihre Praxistauglichkeit und Nützlichkeit zu prüfen.

Die Ergebnisse der Evaluierung können zusammengefasst werden:

Die Struktur und Inhalte des entwickelten Leitfadens sind gut verständlich. Die zehn Planungsschritte beinhalten die Aufgaben und Entscheidungen vollständig, die notwendig sind, um eine schlankes Logistiksystem zu planen (Grobplanung). Auch die Prozess- und Steuerungsbausteine werden prinzipiell als vollständig angesehen. Nach Einschätzung der Logistikplaner ist der Nutzen der Planungsschritte hoch. Die hohe oder sehr hohe Nützlichkeit der Prozess- und Steuerungsbausteine sowie der Gestaltungsempfehlungen konnte nicht nachgewiesen werden, was in der fehlenden Planungspraxis mit dem Leitfaden begründet sein kann. Eine nochmalige Untersuchung dieses Aspekts, nachdem die Planer mit dem Leitfaden konkrete Planungen durchgeführt haben, ist wünschenswert, um weitere Erkenntnisse bezüglich dieser Elemente des Leitfadens zu gewinnen.

Bei der Verwendung des Planungsleitfadens werden die zehn Planungsschritte signifikant häufiger durchgeführt. Auf Basis der Erkenntnis, dass die Planungsschritte alle notwendigen Aufgaben innerhalb der Grobplanung eines Logistiksystems abdecken, ist somit eine erhöhte Sorgfalt und verbesserte ganzheitliche Sichtweise durch den Einsatz des Planungsvorgehens zu erwarten. Auch die verbesserte Dokumentation der Planungsergebnisse kann bestätigt werden, obgleich der Nachweis einer sehr hohen Dokumentationsqualität auf Basis der Vorgaben im Planungsvorgehen nicht gelingt. Hier ist ebenfalls zu prüfen, ob diese Einschätzung bei einer längerfristigen Verwendung des Leitfadens im Alltag anhält. Gegebenenfalls werden auf Grundlage dieser Erkenntnisse Anpassungen im Leitfaden notwendig.

Die Unterstützung des Planers durch den Leitfaden wird als hoch empfunden. Vor allem unerfahrene Planer können sehr gut profitieren, doch auch erfahrenen Planern bietet der Leitfaden Hilfestellung. Das entwickelte Planungsvorgehen wird an Kollegen weiterempfohlen, was die positive Bewertung unterstreicht.

Um eine zukünftige Weiterentwicklung des Planungsleitfadens, eine Ergänzung mit neuen Erkenntnissen, Detailinformationen, konkreten unternehmensinternen Erfahrungen etc. sicherzustellen, muss der Leitfaden als Wissenssammlung angenommen und – am besten kontinuierlich – gepflegt werden. Die Logistikplaner sehen eine gute Eignung des Planungsleitfadens zur Sammlung von Wissen und zeigen Bereitschaft selbst an der Fortentwicklung desselben mitzuwirken. Beide Ergebnisse fallen jedoch nicht so gut aus wie erhofft. Die aktive Beteiligung erfordert sicherlich weitere geeignete Rahmenbedingungen innerhalb eines Unternehmens als das bloße Vorhandensein eines derartigen Wissensmanagementinstruments.

Die Anwendung des Planungsvorgehens in der Praxis zeigt, dass die vorgesehene Form zur Dokumentation der Ergebnisse der Planung sehr gut geeignet ist, um die Planung transparent und nachvollziehbar zu machen und (Teil-)Ergebnisse mit Beteiligten und Außenstehenden zu diskutieren. Dies erleichtert die Planung und Umsetzung von Logistikprozessen in einem Team, unterstützt bei der Entscheidungsfindung sowie bei der Kommunikation von Entscheidungen zu Prozessveränderungen mit den Beteiligten.

Insgesamt zeigt die Evaluierung, dass alle untersuchten Aspekte positiv bewertet werden. Bei einzelnen Untersuchungspunkten konnte die erwartete hohe Bestätigung des Leitfadens nicht gezeigt werden. Hier, wie auch bei den bestätigten Aspekten, ist eine weitere Untersuchung nach einiger Zeit der Anwendung des neuen Planungsvorgehens wünschenswert. Eine Evaluierung zu einem späteren Zeitpunkt sollte dann die Evaluierungsaspekte bezüglich des *Lernens* (Stufe 3) vertiefen sowie die vierte Stufe *Verhalten* und die fünfte Stufe *Ergebnisse* bewerten.

8 Wertstromdesign für die Logistik: Effektivität vor Effizienz

Die Ansätze und Vorgehensweisen des Toyota-Produktionssystems und dessen Fortentwicklung und Interpretation zur Managementphilosophie Lean Thinking zeigen deutliche Potenziale, um Unternehmens-, Produktions- oder Logistikprozesse effektiv und effizient zu gestalten. Die Übertragung der Lösungsansätze der Lean Production auf die logistischen Prozesse fällt in der Praxis jedoch oft schwer und diese sind in die wissenschaftliche Betrachtung der Logistikplanung bislang nur in geringem Maße eingegangen. Es besteht also der Bedarf nach einem wissenschaftlich abgesicherten Vorgehen zur Planung schlanker Logistikprozesse, um die Lean-Philosophie auch für die Logistik nutzbar zu machen und die Vorteile bezüglich Kundenorientierung und Wirtschaftlichkeit oder – mit anderen Worten – Effektivität und Effizienz zu erzielen.

Ziel dieser Arbeit war es deshalb, ein Vorgehen zur Planung schlanker Logistikprozesse zu entwickeln, das die Erkenntnisse der konventionellen Logistikplanung und der Lean-Philosophie in Einklang bringt und auf Basis dieses kumulierten Wissens und Erfahrungsschatzes einen Leitfaden zur Grobplanung von Logistiksystemen erarbeitet. Bei der detaillierten Untersuchung und Strukturierung der Vorgehensweisen und Zielgrößen der klassischen Logistikplanung und der Gegenüberstellung zu den Ideen und Ansätzen des Lean Thinking konnte bereits herausgearbeitet werden, dass kein prinzipieller Widerspruch zwischen den Herangehensweisen besteht – im Gegenteil: Durch eine Neuordnung der klassischen Vorgaben zur Logistikplanung und die Rückbesinnung auf die Grundgedanken der logistischen Ziele gelingt es, ein konsistentes Zielsystem für die Logistikplanung zu entwickeln und ein Vorgehen zu erarbeiten, dass sich vollkommen an den vorgegebenen Zielen orientiert.

Resultat ist ein konsistentes Zielsystem für schlanke Logistikprozesse in Form von zehn Leitlinien, die in der Lage sind bei allen Entscheidungen im prägenden konzeptionellen Planungsprozess konkrete Orientierung zu bieten. Im Fokus steht immer das Verstehen der Zusammenhänge und der Folgen von Einzelentscheidungen auf das Gesamtsystem oder den logistischen Wertstrom, um in Summe zu einem Lean-Logistics-System zu gelangen.

Der Planungsprozess selbst konnte durch zehn Planungsschritte beschrieben werden, die grundsätzlich auf dem klassischen Vorgehen in der Logistikplanung aufbauen. Inhaltlich sind die Schritte im Planungsprozess jedoch so konkretisiert, dass der

spezifische Bezug zu den Leitlinien und die daraus abgeleiteten Wirkzusammenhänge und Vorgaben zu den Entscheidungen innerhalb des Planungsschritts deutlich werden. Somit steht mit dieser Arbeit eine unmittelbare Hilfestellung für den Logistikplaner zur Verfügung. In Form des Leitfadens für eine schlanke Logistikplanung existiert nun ein Wertstromdesign für die Logistik.

Um die Einführung dieses neuen Planungsvorgehens zur Gestaltung schlanker Logistikprozesse im Unternehmen zu ermöglichen, wurden die Inhalte im Buchtitel „Schlanke Logistikprozesse. Handbuch für den Planer“ im Springer-Verlag veröffentlicht. Außerdem ist der Leitfaden in einem Wiki abgelegt, was die zusätzlichen Möglichkeiten dieses digitalen Werkzeugs zum Wissensmanagement erschließt, v. a. die Ergänzung von Wissen und Erfahrungen zu den einzelnen Planungsschritten und somit die (z. B. unternehmensspezifische) Weiterentwicklung des Leitfadens. Zur Heranführung der Mitarbeiter an das Planungsvorgehen und zur Überwindung von Schwierigkeiten zwischen Produktions- und Logistikplanung, die ein zielorientiertes ganzheitliches Arbeiten an schlanken Prozessen erschweren oder unmöglich machen, wurde ein Planspiel entwickelt, das sich im Praxiseinsatz bereits bewähren konnte.

Die Evaluierung des in dieser Arbeit entwickelten Planungsvorgehens für eine schlanke Logistik zeigt gute Ergebnisse in den einzelnen Untersuchungsbereichen, die sich auf die Inhalte im Vorgehen und die Anwendung des Leitfadens in der Logistikplanung konzentrierten. Die Struktur, die Verständlichkeit und die Vollständigkeit wird von der Zielgruppe der Logistikplaner für gut befunden. Die Verwendung des Leitfadens führt zu einer umfassenderen ganzheitlichen Planung bei der insbesondere die Dokumentation vollständiger durchgeführt wird. Das Vorgehen unterstützt bei der Planung schlanker Logistiksysteme und wird unter Logistikplanern weiterempfohlen. Wie sich das Planungsvorgehen längerfristig im Alltag von Logistikplanern bewährt, muss beobachtet werden.

Mit dem Abschluss dieser Arbeit existieren nun

- zehn Leitlinien einer schlanken Logistik,
- ein Leitfaden zur Planung schlanker Logistikprozesse sowie
- Werkzeuge zur Einführung des Planungsvorgehens und damit schlanker Logistik im Unternehmen.

In Summe kann die Logistikplanung in der Praxis hiermit auf ein Instrumentarium zugreifen, das die Gestaltung und Umsetzung schlanker Logistiksysteme ermöglicht. Auf wissenschaftlicher Seite ist mit dieser Arbeit ein Baustein in der Logistikplanung entwickelt, der die Konzeption bzw. die Grobplanung logistischer Systeme fokussiert und dafür die Zielgrößen der Logistikplanung neu strukturiert, die Erkenntnisse des

Lean Thinking integriert und die Grundgedanken logistischer Ziel- und Kenngrößen zurück in den Mittelpunkt der Betrachtung stellt. Dadurch war es möglich, ein Planungsvorgehen zu entwickeln, das geradlinig im Einklang mit den konsistenten Zielen auf ein schlankes, d. h. effektives und effizientes Logistiksystem hinwirkt. Iterationen im Vorgehen entstehen vor allem aufgrund von Wechselwirkungen und erweiterten Erkenntnissen und nicht aufgrund von Zielkonflikten.

Die stringente Orientierung am Kundenwert ist vielleicht der wesentliche Unterschied zwischen Lean Thinking und konventioneller Logistikplanung. Im Grunde ist der Aspekt der Kundenorientierung auch in der herkömmlichen Logistikplanung wichtig, oftmals steht er jedoch nicht an erster Stelle. Nun sollte die Chance genutzt werden, die Priorisierung der logistischen Zielgrößen in der Praxis wie in der Wissenschaft neu zu überdecken. Es muss im Fokus stehen, das Richtige zu tun, d. h. effektiv zu handeln. Effizienz ist dann der wichtige zweite Schritt.

Die Quintessenz dieser Arbeit kann also zusammengefasst werden als

Effektivität vor Effizienz.

Literatur

- [DIN EN ISO 9241-12] DIN EN ISO 9241-12:August 2000: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten. Teil 12: Informationsdarstellung. DIN Deutsches Institut für Normung e. V. Berlin: Beuth.
- [Abe-1981] Abernathy, W. J.; Clark, K. B.; Kanthrow, A. M.: The new industrial strategy. In: Harvard Business Review, Jg. 59 (1981), S. 68–81.
- [Agg-1987] Aggteleky, B.: Fabrikplanung - Werksentwicklung und Betriebsrationalisierung - Band 1: Grundlagen - Zielplanung - Vorarbeiten. 2. Auflage. München: Hanser 1987.
- [All-1999] Allgayer, F.: Computerunterstützte Planung von Materialflusssystemen auf Basis statischer Materialflüsse. München: Utz. Dissertation. Technische Universität München 1999.
- [Alt-2009] Althoff, K.: Erfolgreich mit Lean Logistics - Flexibel komplexe Prozesse beherrschen und Kosten sparen. In: Logistik für Unternehmen (2009) 3, S. 51–52.
- [Arn-2006] Arnold, D.: Intralogistik - Potentiale, Perspektiven, Prognosen. Berlin: Springer 2006.
- [Arn-2008] Arnold, D.; Isermann, H.; Kuhn, A.; Tempelmeier, H.; Furmans, K.: Handbuch Logistik. Berlin: Springer 2008.
- [Bau-2004] Baudin, M.: Lean logistics - The nuts and bolts of delivering materials and goods. New York, NY: Productivity Press 2004.
- [Ber-2006] Bergholz, M.: Objektorientierte Fabrikplanung. Aachen: Shaker 2006.
- [Bop-2007a] Boppert, J.; Walch, D.: Adaptives Wissensmanagement – Abschöpfung und gezielte Nutzung von Mitarbeiter Know-How. In: Günthner, W. A. (Hrsg): Neue Wege in der Automobillogistik. Berlin: Springer 2007, S. 399–412.
- [Bop-2007b] Boppert, J.; Schedlbauer, M.; Günthner, W. A.: Flexibilität durch Standardisierung – Adaptive Logistikplanung. In: Günthner, W. A. (Hrsg): Neue Wege in der Automobillogistik. Berlin: Springer 2007, S. 333–342.
- [Bop-2007c] Boppert, J.; Schedlbauer, M.; Günthner, W. A.: Zukunftsorientierte Logistik durch adaptive Planung. In: Günthner, W. A. (Hrsg): Neue Wege in der Automobillogistik. Berlin: Springer 2007, S. 345–357.

- [Bop-2008] Boppert, J.: Entwicklung eines wissensorientierten Konzepts zur adaptiven Logistikplanung. Dissertation. Technische Universität München. Garching b. München 2008.
- [Bop-2012] Boppert, J.; Klenk, E.; Günthner, W. A.: Wissensvermittlung und Kompetenzerwerb in Lean-Logistics-Projekten. In: Göpfert, I. (Hrsg): Automobillogistik. Wiesbaden: Gabler 2012, S. 253–274.
- [Bop-2013a] Boppert, J.: Der Mensch im Mittelpunkt – Nutzung des intellektuellen Kapitals im schlanken Unternehmen. In: Günthner, W. A.; Boppert, J. (Hrsg): Lean Logistics. Berlin: Springer 2013.
- [Bop-2013b] Boppert, J.; Lügger, M.; Durchholz, J.: Entwicklungsströme und Trends in der schlanken Prozessgestaltung. In: Günthner, W. A.; Boppert, J. (Hrsg): Lean Logistics. Berlin: Springer 2013.
- [Bop-2013c] Boppert, J.: Leben mit Unsicherheit – tägliche Herausforderungen im KVP. In: Günthner, W. A.; Boppert, J. (Hrsg): Lean Logistics. Berlin: Springer 2013.
- [Bor-2005] Bortz, J.: Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. 6. Auflage. Berlin: Springer 2005.
- [Bra-2002] Brassard, M.; Finn, L.; Ginn, D.: The six sigma memory Jogger II - A pocket guide of tools for six sigma improvement teams. 1. Auflage. Salem, NH: Goal/QPC 2002.
- [Dem-2000] Deming, W. E.: Out of the crisis. 1. Auflage. Cambridge, Mass: The MIT Press 2000.
- [Deu-2002] Deutsche Gesellschaft für Evaluation: Standards für Evaluation. 2. Auflage. Köln: Deutsche Gesellschaft für Evaluation e.V. 2002.
- [Dic-2009] Dickmann, P.: Schlanker Materialfluss mit Lean Production, Kanban und Innovationen. Berlin: Springer 2009.
- [Dom-2010] Domschke, W.; Scholl, A.: Logistik - Rundreisen und Touren. 5. Auflage. München: Oldenbourg 2010.
- [Dre-2005] Drew, J.; McCallum, B.; Roggenhofer, S.: Unternehmen Lean. Frankfurt/M: Campus 2005.
- [Dru-1963] Drucker, P. F.: Managing for Business Effectiveness. In: Harvard Business Review (1963) May, S. 53–60.
- [Dru-1967] Drucker, P. F.: The effective executive - The definitive guide to getting the right things done. New York, NY: HarperCollins 1967.
- [Dru-1971] Drucker, P. F.: Die ideale Führungskraft. München: Droemer Knaur 1971.

- [Dur-2012] Durchholz, J.; Klenk, E.: Zum schlanken Unternehmen in vier Stufen. Logistikseminar der TU München. Garching, 11.10.2012
- [Dur-2014a] Durchholz, J.: Ist-Analyse und Planung: Aufgaben, Zielsetzungen und Ergebnisse. In: Günthner, W. A.; Boppert, J. (Hrsg): Lean Logistics. Berlin: Springer 2014.
- [Dur-2014b] Durchholz, J.: Zehn Leitlinien für eine schlanke Logistik. In: Günthner, W. A.; Boppert, J. (Hrsg): Lean Logistics. Berlin: Springer 2014.
- [Ebe-1998] Ebeling, W.; Freund, J.; Schweitzer, F.: Komplexe Strukturen - Entropie und Information. Stuttgart: Teubner 1998.
- [Eck-2006] Eckey, H.-F.; Türck, M.: Statistische Signifikanz (p-Wert). In: WiST Wirtschaftswissenschaftliches Studium, Jg. 35 (2006) 7, S. 415–418.
- [Ehr-2006] Ehrmann, H.: Kompakt-Training Logistik. 3. Auflage. Ludwigshafen (Rhein): Kiehl 2006.
- [Eid-2013] Eid, M.; Gollwitzer, M.; Schmitt, M.: Statistik und Forschungsmethoden. 3. Auflage. Weinheim: Beltz 2013.
- [Fel-1998] Felix, H.: Unternehmens- und Fabrikplanung - Planungsprozesse, Leistungen und Beziehungen. 1 Auflage. München: Hanser 1998.
- [fml-2013] Blaim, G.: Praxisleitfaden zur Auswahl von Techniklösungen für logistische Aufgaben in der Automobilindustrie - Semesterarbeit am fml - Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik, TU München. Garching 2013.
- [For-1926] Ford, H.: Das große Heute, das größere Morgen. Leipzig: Paul List 1926.
- [For-2006] Forschungsverbund ForLog: Diskussion zum strategischen und taktischen Rahmen von Entscheidungen - Internes Arbeitspapier. Garching Mai 2006.
- [Fur-2012a] Furmans, K.; Schwab, M.; Dehdari, P.; Wlcek, H.: Herausforderungen und Status des Lean Managements in Lägern. In: Wimmer, T.; Fontius, J. (Hrsg): Exzellent vernetzt. Networks of excellence. Hamburg: DVV Media Group Dt. Verkehrs-Verlag 2012, S. 80–90.
- [Fur-2012b] Furmans, K. (Hrsg.): Lean Management in Lägern - Arbeitskreisbericht. Hamburg: DVV Media Group Dt. Verkehrs-Verlag. Bundesvereinigung Logistik 2012.
- [Fra-2002] Frazelle, E.: World-class warehousing and material handling. New York: McGraw-Hill 2002.
- [Gai-2007] Gaitanides, M.: Prozessorganisation - Entwicklung, Ansätze und Programme des Managements von Geschäftsprozessen. 2. Auflage. München: Vahlen 2007.

- [Geb-1994] Gebhardt, J.: Effiziente Logistik als Voraussetzung für 'Lean Manufacturing'. In: Pfohl, H.-C. (Hrsg): Management der Logistikkette. Berlin: Schmidt 1994, S. 75–104.
- [Gen-1999] Gendo, F.; Konschak, R.: Mythos Lean Production - Die wahren Erfolgskonzepte japanischer Unternehmen. Essen: Betrieb & Wirtschaft 1999.
- [Gie-2013] Gierszewski, S.: 20 Jahre Lean: Persönliche Erfahrungen eines Managers. In: Günthner, W. A.; Boppert, J. (Hrsg): Lean Logistics. Berlin: Springer 2013.
- [Gol-1991] Golhar, D. Y.; Stamm, C. L.: The just-in-time philosophy: A literature review. In: International Journal of Production Research, Jg. 29 (1991) 4, S. 657–676.
- [Gol-1999] Gold, M.; Lewin, K.: The complete social scientist - A Kurt Lewin reader. 1. Auflage. Washington, DC: American Psychological Assoc, 1999.
- [Gru-2009] Grundig, C.-G.: Fabrikplanung - Planungssystematik - Methoden - Anwendungen. 3. Auflage. München: Hanser 2009.
- [Gud-2010] Gudehus, T.: Logistik - Grundlagen - Strategien - Anwendungen. 4. Auflage. Berlin: Springer 2010.
- [Gün-2007] Günthner, W. A.; Heptner, K.: Technische Innovationen für die Logistik. 1. Auflage. München: Huss 2007.
- [Gün-2011] Günthner, W. A.; Klenk, E.; Knössl, T.: Neue Wege zur Gestaltung schlanker Logistikprozesse. In: Wolf-Kluthausen, H. (Hrsg): Jahrbuch Logistik 2011. Korschenbroich: free Beratung GmbH 2011, S. 100–105.
- [Gün-2012a] Günthner, W. A.: Materialfluss und Logistik - Skriptum zur Vorlesung. München: Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik, Technische Universität München 2012.
- [Gün-2012b] Günthner, W. A.; Klenk, E.; Dewitz, M.: Stand und Entwicklung von Routenzugsystemen für den innerbetrieblichen Materialtransport - Ergebnisse einer Studie. Garching b. München: Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik, Technische Universität München 2012.
- [Gün-2013a] Günthner, W. A.: Planung technischer Logistiksysteme - Skriptum zur Vorlesung. München: Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik, Technische Universität München 2013.
- [Gün-2013b] Günthner, W. A.; Durchholz, J.; Klenk, E.; Boppert, J.: Schlanke Logistikprozesse. Handbuch für den Planer. Berlin: Springer 2013.

- [Har-2005] Harry, M.; Schroeder, R.; Hohmann, B. J.: Six sigma - Prozesse optimieren, Null-Fehler-Qualität schaffen, Rendite radikal steigern. 3. Auflage. Frankfurt/M: Campus 2005.
- [Hen-1971] Hennig, K. W.: Betriebswirtschaftliche Organisationslehre. 5. Auflage. Wiesbaden: Gabler 1971.
- [Hom-2007] Hompel, M. ten; Schmidt, T.; Nagel, L.: Materialflusssysteme - Förder- und Lagertechnik. 3. Auflage. Berlin: Springer 2007.
- [Ihm-2006] Ihme, J.: Logistik im Automobilbau - Logistikkomponenten und Logistiksysteme im Fahrzeugbau. München: Hanser 2006.
- [Ima-1986] Imai, M.: Kaizen (Ky'zen) - The key to Japan's competitive success. New York: McGraw-Hill 1986.
- [Jün-1989] Jünemann, R.; Daum, M.; Piepel, U.; Schwinning, S.: Materialfluss und Logistik - Systemtechnische Grundlagen mit Praxisbeispielen. Berlin: Springer 1989.
- [Jus-2007] Jusko, J.: Accounting For Lean Tastes - Lean Manufacturing. In: Industry Week/IW (2007) september, S. 35–37.
- [Ket-1984] Kettner, H.; Schmidt, J.; Greim, H.-R.: Leitfaden der systematischen Fabrikplanung. München: Hanser 1984.
- [Kir-2010] Kirkpatrick, D. L.; Kirkpatrick, J. D.: Evaluating training programs - The four levels. 3. Auflage. San Francisco: Berrett-Koehler 2010.
- [Kla-2012] Klaus, P.; Müller, S.: The roots of logistics - A reader of classical contributions to the history and conceptual foundations of the science of logistics. Berlin: Springer 2012.
- [Kle-2010] Klenk, E.; Knössl, T.: Wertstromdesign für die Logistik. Coburg: Cluster-Forum Schlanker Materialfluss 06.10.2010.
- [Klu-2010] Klug, F.: Logistikmanagement in der Automobilindustrie - Grundlagen der Logistik im Automobilbau. Berlin: Springer 2010.
- [Kna-2007] Knassmüller, M.; Vettori, O.: Hermeneutische Verfahren. In: Buber, R.; Holzmüller, H. H. (Hrsg): Qualitative Marktforschung. Wiesbaden: Gabler 2007, S. 299–317.
- [Küh-2001] Kühlmeyer, M.; Kühlmeyer, C.: Statistische Auswertungsmethoden für Ingenieure - Mit Praxisbeispielen. Berlin: Springer 2001.
- [Küp-2004] Küpper, H.-U.; Helber, S.: Ablauforganisation in Produktion und Logistik. 3 Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel 2004.
- [LEA-2010] LEAN:log: Prinzipien für Lean Logistics - Sammlung. Internes Arbeitspapier. Landau, 2010.

- [Lik-2004] Liker, J. K.: The Toyota way - 14 management principles from the world's greatest manufacturer. New York: McGraw-Hill 2004.
- [Lik-2007] Liker, J. K.: Der Toyota Weg - 14 Managementprinzipien des weltweit erfolgreichsten Automobilkonzerns. 4. Auflage. München: FinanzBuch Verlag 2007.
- [Mar-1959] Marshall, A.: Principles of Economics - An introductory volume. 8. Auflage (1. Auflage: 1890). London: Macmillan 1959.
- [Mas-2006] Maskell, B. H.; Baggaley, B. L.: Lean Accounting: What's It All About? In: Target magazine. Association for Manufacturing Excellence, Jg. 22 (2006) 1, S. 35–43.
- [Mat-2013] MathWorks Deutschland: Wilcoxon signed rank test - MATLAB signrank 2013. URL: <http://www.mathworks.de/de/help/stats/signrank.html#btjhe83-1> (Aufruf am 19.09.2013).
- [Mer-2012] Meran, R.; John, A.; Staudter, C.; Roenpage, O.; Lunau, S.: Six Sigma+Lean Toolset - Mindset zur erfolgreichen Umsetzung von Verbesserungsprojekten. 3. Auflage. Berlin: Springer 2012.
- [Oel-2000] Oeltjenbruns, H.: Organisation der Produktion nach dem Vorbild Toyotas - Analyse, Vorteile und detaillierte Voraussetzungen sowie die Vorgehensweise zur erfolgreichen Einführung am Beispiel eines globalen Automobilkonzerns. Aachen: Shaker 2000.
- [Ohn-1987] Ohno, T.: Toyota production system - Beyond large-scale production. New York, NY: Productivity Press 1987.
- [Ohn-2009] Ohno, T.: Das Toyota-Produktionssystem. Frankfurt/M: Campus 2009.
- [Oli-2008] Oliver Wyman Group: The Harbour Report North America 2008. Detroit 2008. URL: http://www.oliverwyman.com/pdf_files/OW_EN_AUTO_PRESS_2008_Harbour.pdf (Aufruf am 31.10.2012).
- [Ōno-1988] Ōno, T.: Toyota production system - Beyond large-scale production. Cambridge, Mass: Productivity Press 1988.
- [Pat-2010] Patton, J.; Lenders, R.: Lean for the Long-Haul: Why behavior is key for sustaining success. London, UK 2010.
- [Pil-2012] Pillkahn, U.: Innovationen zwischen Planung und Zufall - Bausteine einer Theorie der bewussten Irritation. Norderstedt: Books on Demand 2012.
- [Por-2011] Porst, R.: Fragebogen - Ein Arbeitsbuch. 3. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften 2011.

- [REF-1985] REFA. Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation: Methodenlehre der Planung und Steuerung - Programm und Auftrag, Materialplanung und Steuerung, Kapazitätsplanung und -steuerung (Grundlagen); Personalplanung und -steuerung, Betriebsmittelpaltung und -steuerung. 4 Auflage. München: Hanser, REFA Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation 1985.
- [Roc-1980] Rockstroh, W.: Die technologische Betriebsprojektierung - Grundlagen und Methoden der Projektierung. Berlin: Verlag Technik 1980.
- [Rot-2004] Rother, M.; Shook, J.: Sehen lernen - Mit Wertstromdesign die Wertschöpfung erhöhen und Verschwendung beseitigen. Aachen: Lean Management Inst. 2004.
- [Rot-2010] Rother, M.: Toyota Kata - Managing people for improvement, adaptiveness, and superior results. New York: McGraw-Hill 2010.
- [Sak-1984] Sakurai, M.; Huang, P. Y.: Japan's productivity growth: A managerial and accounting analysis. In: Industrial Management, Jg. 26 (1984), S. 11–18.
- [Sch-2006] Schuh, G.; Gulden, A.; Gottschalk, S.; Kampker, A.: Komplexitätswissenschaft in der Fabrikplanung. In: wt werkstattstechnik online, Jg. 96 (2006) 4, S. 167–170.
- [Sch-2007a] Schedlbauer, M.; Scheuchl, M.: Einflussfaktoren auf die Logistikplanung im automobilen Netzwerk. In: Günthner, W. A. (Hrsg): Neue Wege in der Automobillogistik. Berlin: Springer 2007, S. 319–332.
- [Sch-2007b] Schuh, G.; Gottschalk, S.; Lösch, F.; Wesch, C.: Fabrikplanung im Gegenstromverfahren. In: wt werkstattstechnik online, Jg. 97 (2007) 4, S. 195–199.
- [Sch-2010] Schenk, A.; Mandelartz, J.; Dombrowski, U.; Schürer, S.; da Silva Matos, I.; Schulze, S.: Standortvorteil Deutschland. Erfolgsfaktor integrierte Produktion & Logistik - Studie. Neu Isenburg 2010.
- [Spu-1994] Spur, G.: Fabrikbetrieb - Das System, Planung/Steuerung/Organisation, Information/Qualität, die Menschen. München: Hanser 1994.
- [Sta-2012] Stalk, G. j.: Time - The Next Source of Competitive Advantage. In: Klaus, P.; Müller, S. (Hrsg): The roots of logistics. Berlin: Springer 2012, S. 196–212.
- [Sug-1977] Sugimory, Y.; Kusunoki, K.; Cho, F.; Uchikawa, S.: Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system. In: International Journal of Production Research, Jg. 15 (1977) 6, S. 553–564.
- [Tak-2006] Takeda, H.: Das synchrone Produktionssystem - Just-in-time für das ganze Unternehmen. 5. Auflage. Landsberg am Lech: mi 2006.

- [Tau-2012] Dr. Jörg Tautrim Engineering. Beratung und Ingenieure: Zeit. Kennzahlensysteme. Karlsruhe: 2012. URL: <http://www.lean-excellence.de/Kennzahlensysteme.491.0.html> (Aufruf am 31.10.2012).
- [Toy-2010] Toyota Material Handling: Das Toyota Produktionssystem. 2010. URL: http://www.pdf.toyota-forklifts-info.de/Broschuere_TPS.pdf
- [VDI 2689] VDI 2689: Leitfaden für Materialflussuntersuchungen (Januar 1974). VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik. Düsseldorf: VDI-Verlag.
- [VDI 3637] VDI 3637: Datenermittlung für langfristige Fabrikplanungen (September 1996). VDI-Gesellschaft Fördertechnik Materialfluß Logistik. Düsseldorf: VDI-Verlag.
- [VDI-2012] VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik: Produktion und Logistik in Deutschland 2025. Trends, Tendenzen, Schlussfolgerungen - Studie. Düsseldorf: VDI-Verlag 2012.
- [VDI 2498 Blatt 1] VDI 2498 Blatt 1: Vorgehen bei einer Materialflussplanung. Grundlagen (August 2011). VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik. Berlin: Beuth.
- [VDI 5200 Blatt 4] VDI 5200 Blatt 4: Fabrikplanung Erweiterte Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Fabrikplanung (Entwurf: November 2011). VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik. Düsseldorf: VDI-Verlag.
- [Whe-1981] Wheelright, S. C.: Japan - where operations really are strategic. In: Harvard Business Review, Jg. 59 (1981), S. 67–74.
- [Wie-2001] Wiendahl, H.-P.; Reichhardt, J.; Hernández, R.: Kooperative Fabrikplanung - Wandlungsfähigkeit durch zielorientierte Integration von Prozess- und Bauplanung. In: wt werkstattstechnik online, Jg. 91 (2001) 4, S. 186–191.
- [Wie-2009] Wiendahl, H.-P.; Reichardt, J.; Nyhuis, P.: Handbuch Fabrikplanung - Konzept, Gestaltung und Umsetzung wandlungsfähiger Produktionsstätten. München: Hanser 2009.
- [Wil-1987] Wildemann, H.: Just-in-Time-Produktion + Zulieferung - Tagungsbericht, 23./24.09.87, Böblingen. München: gfmt-Gesellschaft für Management und Technologie 1987.
- [Wil-1992] Wildemann, H.: Das Just-in-Time-Konzept - Produktion und Zulieferung auf Abruf. 3. Auflage. St. Gallen: gfmt-Gesellschaft für Management und Technologie 1992.
- [Wil-2009] Wilhelm, R.: Prozessorganisation. 2. Auflage. München: Oldenbourg 2009.

- [Wil-2010] Wildemann, H.: Lean Management - Leitfaden zur Einführung schlanker Unternehmensstrukturen und Geschäftsprozesse. 17. Auflage. München: TCW-Verl. 2010.
- [Wlc-2012] Wlcek, H.; Furmans, K.: Zusammenfassung und Ausblick. In: Furmans, K. (Hrsg.): Lean Management in Lägern - Arbeitskreisbericht. Hamburg: DVV Media Group Dt. Verkehrs-Verlag. Bundesvereinigung Logistik 2012, S. 166-168.
- [Wom-1991] Womack, J. P.; Jones, D. T.; Roos, D.: The machine that changed the world - The story of lean production. 1. Auflage. New York, NY: Harper Perennial 1991.
- [Wom-1994] Womack, J. P.; Jones, D. T.; Roos, D.: Die zweite Revolution in der Autoindustrie - Konsequenzen aus der weltweiten Studie aus dem Massachusetts Institute of Technology. 8. Auflage. Frankfurt/M: Campus 1994.
- [Wom-2004] Womack, J. P.; Jones, D. T.: Lean thinking - Ballast abwerfen, Unternehmensgewinne steigern. Erw. und aktualisierte Neuauflg. Frankfurt/M: Campus 2004.
- [Wom-2006] Womack, J. P.; Jones, D. T.: Lean solutions - Wie Unternehmen und Kunden gemeinsam Probleme lösen. Frankfurt/M: Campus 2006.
- [WZL-2013] WZL - RWTH Aachen: LEANmanufacturing Glossar. Aachen: 2013. URL: <http://www.leanmanufacturing.de> (Aufruf am 05.07.2013).
- [Yag-2007] Yagyu, S.: Das synchrone Managementsystem - Wegweiser zur Neugestaltung der Produktion auf Grundlage des synchronen Produktionssystems. Landsberg am Lech: mi 2007.
- [Zib-1990] Zibell, R. M.: Just-in-time. München: Huss. Dissertation. Technische Universität Berlin 1990.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Stufen auf dem Weg zum schlanken Unternehmen (nach [Dur-2012])	4
Abbildung 1-2: Struktur der Arbeit.....	6
Abbildung 2-1: Definition Lean.....	9
Abbildung 2-2: Strukturierung der Ziele der Logistik	34
Abbildung 3-1: Zusammenspiel von Philosophie, Zielen, Planungsvorgehen	37
Abbildung 4-1: Sammlung von Lean-Prinzipien	44
Abbildung 4-2: Zusammenhang von Gesamtaufwand und logistischem Wert	46
Abbildung 4-3: Gliederung von wertschöpfenden Tätigkeiten und Verschwendung.....	48
Abbildung 4-4: Wertstrom im Kundentakt	55
Abbildung 5-1: Struktur des entwickelten Planungsvorgehens	78
Abbildung 5-2: Übersicht über die zehn Planungsschritte	80
Abbildung 5-3: Eigenschaften und Aufgaben des Wertstrommanagers [Gün-2013b, S. 30]	90
Abbildung 5-4: Beispiel für die Dokumentation einer Prozessalternative (in Anlehnung an [Gün-2013b, S. 42])	94
Abbildung 5-5: Zusammenhang zwischen der Position des Auftragnehmerprozesses und der Vorsteuerzeit.....	97
Abbildung 5-6: Beispiel für eine Kennzeichnung von Auftragnehmer und Schrittmacher.....	98
Abbildung 5-7: Beispiel für die Dokumentation der Steuerung.....	102
Abbildung 5-8: Vertikales Bündeln (oben) und horizontales Bündeln (unten) am Beispiel Transport.....	104
Abbildung 5-9: Erhöhung der Auslastung durch vertikales Bündeln [Gün-2013b, S. 51]	105
Abbildung 5-10: Erhöhung der Auslastung durch horizontales Bündeln [Gün-2013b, S. 52]	106
Abbildung 5-11: Beispiel für die Dokumentation des Groblayouts (in Anlehnung an [Gün-2013b, S. 57])	107
Abbildung 5-12: Beispiel für die Dokumentation des Wertstroms [Gün-2013b, S. 59]	114

Abbildung 5-13: Ziele der Gestaltungsempfehlungen zum Null-Fehler-Prinzip in manuellen Logistikprozessen [Gün-2013b, S. 237].....	120
Abbildung 6-1: Auszug aus dem Fallbeispiel [Gün-2013b, S. 41]	126
Abbildung 6-2: Kommentarfeld im Wiki-Planungsleitfaden.....	127
Abbildung 6-3: Befragung von Prozessexperten aus der Automobilindustrie zur isolierten Planung von Produktion und Logistik (n=22) [Bop-2013a]	128
Abbildung 6-4: Durchführung des Planspiels mit Logistikplanern aus der Automobilindustrie.....	129
Abbildung 7-1: Antworten auf die Frage „Ist die Struktur des Leitfadens für Sie verständlich?“ (n=16)	142
Abbildung 7-2: Antworten auf die Frage „Sind die Inhalte im Handbuch insgesamt für Sie verständlich?“ (n=16).....	143
Abbildung 7-3: Antworten auf die Frage „Prozessbausteine: Sind die Inhalte für Sie verständlich?“ (n=16)	143
Abbildung 7-4: Antworten auf die Frage „Steuerungsbausteine: Sind die Inhalte für Sie verständlich?“ (n=16)	143
Abbildung 7-5: Antworten auf die Frage „Gestaltungsempfehlungen Mensch: Sind die Inhalte für Sie verständlich?“ (n=16).....	144
Abbildung 7-6: Antworten auf die Frage „Sind die Inhalte im Handbuch insgesamt ausreichend?“ (n=16).....	145
Abbildung 7-7: Antworten auf die Frage „Sind die Informationen zu den Prozessbausteinen ausreichend?“ (n=16).....	145
Abbildung 7-8: Antworten auf die Frage „Sind die Informationen zu den Steuerungsbausteinen ausreichend?“ (n=16)	145
Abbildung 7-9: Antworten auf die Frage „Sind die Informationen zum Bereich Mensch ausreichend?“ (n=16).....	146
Abbildung 7-10: Antworten auf die Frage „Sind alle notwendigen Planungsschritte berücksichtigt?“ (n=16)	147
Abbildung 7-11: Antworten auf die Frage „Sind alle Prozessbausteine vorhanden?“ (n=16).....	147
Abbildung 7-12: Antworten auf die Frage „Sind alle Steuerungsbausteine vorhanden?“ (n=16).....	147
Abbildung 7-13: Antworten auf die Frage „Ist das Handbuch bei der Planung eines logistischen Wertstroms nützlich?“ (n=16).....	148
Abbildung 7-14: Antworten auf die Frage „Sind die Prozessbausteine bei der Planung eines logistischen Wertstroms nützlich?“ (n=16)....	148

Abbildung 7-15: Antworten auf die Frage „Sind die Steuerungsbausteine bei der Planung eines logistischen Wertstroms nützlich?“ (n=16) ...	149
Abbildung 7-16: Antworten auf die Frage „Sind die Gestaltungsempfehlungen für den Planer nützlich, um robuste und leistungsfähige Prozesse zu gestalten?“ (n=16).....	149
Abbildung 7-17: Mittelwerte der Antworten auf die Fragen „Welche Planungsschritte haben Sie bisher (ohne Leitfaden) durchgeführt?“ und „Welche Planungsschritte werden Sie zukünftig bei Verwendung des Leitfadens durchführen?“ (n=10)	150
Abbildung 7-18: Mittelwerte der Antworten auf die Fragen „Welche Planungsschritte haben Sie bisher (ohne Leitfaden) dokumentiert?“ und „Welche Planungsschritte werden Sie zukünftig bei Verwendung des Leitfadens dokumentieren?“ (n=13)	152
Abbildung 7-19: Antworten auf die Frage „Führt die Verwendung des Leitfadens zu einer strukturierten, nachvollziehbaren Dokumentation der Planungsvoraussetzungen, -annahmen und -ergebnisse?“ (n=16)	152
Abbildung 7-20: Antworten auf die Frage „Kann der Planungsleitfaden <i>unerfahrene</i> Planer bei der Planung logistischer Wertströme unterstützen?“ (n=16)	153
Abbildung 7-21: Antworten auf die Frage „Kann der Planungsleitfaden <i>erfahrene</i> Planer bei der Planung logistischer Wertströme unterstützen?“ (n=16)	154
Abbildung 7-22: Antworten auf die Frage „Würden Sie den Planungsleitfaden Ihren Kollegen empfehlen?“ (n=16)	154
Abbildung 7-23: Antworten auf die Frage „Ist der Planungsleitfaden geeignet Planerwissen in einem allen zugänglichen Dokument zu sammeln?“ (n=16).....	155
Abbildung 7-24: Antworten auf die Frage „Würden Sie persönlich Erkenntnisse, Erfahrungen, Anmerkungen im Leitfaden ergänzen?“ (n=16).....	156
Abbildung 7-25: Praxisbeispiel: Dokumentation der Planungsschritte 1-3.....	160
Abbildung 7-26: Praxisbeispiel: Dokumentation des Planungsschritts 4.....	161
Abbildung 7-27: Praxisbeispiel: Dokumentation des Planungsschritts 5.....	162
Abbildung 7-28: Praxisbeispiel: Dokumentation der Planungsschritte 6 und 9.....	163
Abbildung 7-29: Praxisbeispiel: Dokumentation eines Prozessschritts im fertigen Grobkonzept	163
Abbildung 7-30: Praxisbeispiel: Dokumentation der Grobplanungsphase (Auszug)	165

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Übersicht über die Forschungsfragen und die zugehörigen Anforderungen	42
Tabelle 4-1: Bewertungsbogen für Logistiklösungen.....	76
Tabelle 5-1: Beispiel für eine Dokumentation der Kundenanforderungen	84
Tabelle 5-2: Beispiel für eine Dokumentation der Lieferantenrandbedingungen zu den jeweiligen Kundenanforderungen	87
Tabelle 5-3: Ergänzung der Dokumentation um die Auftragsfamilie (Auszug)	89
Tabelle 5-4: Logistische Grundfunktionen.....	92
Tabelle 5-5: Beispiel für eine Dokumentation der notwendigen Logistikfunktionen (Idealprozess) in Abhängigkeit von den Angaben in Tabelle 5-3	92
Tabelle 5-6: Eigenschaften von Auftragnehmerprozess und Schrittmacherprozess.....	98
Tabelle 5-7: Liste der Prozessbausteine	109
Tabelle 5-8: Prozessbaustein Direktverkehr intern: Charakterisierung der Einsatzfälle.....	111
Tabelle 5-9: Prozessbaustein Routenverkehr: Charakterisierung der Einsatzfälle	113
Tabelle 5-10: Technikbausteine zum Prozessbaustein Interner Direktverkehr	116
Tabelle 5-11: Auszug aus der Vergleichstabelle Direktverkehr	117
Tabelle 5-12: Beispiel für einen Technikbaustein: Elektrostapler	118
Tabelle 7-1: Untersuchungsaspekte zur Evaluierung des Planungsleitfadens	135
Tabelle 7-2: Operationalisierung der Untersuchungsaspekte durch Fragen inkl. Antwortskala.....	137
Tabelle 7-3: Hypothesen zu den einzelnen Untersuchungsaspekten.....	139
Tabelle 7-4: Übersicht der Ergebnisse der Hypothesentests	159

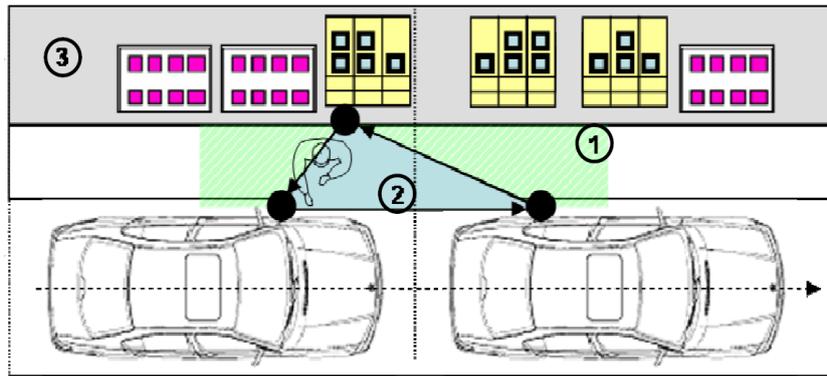
Anhang A Planspiel

Rollenbeschreibung Planer mit Hintergrund Produktion

Sie sind Prozessplaner mit Hintergrund Produktion. Dazu erhalten Sie aus der Produktionsplanung Vorgaben dazu, welche Teile in Zukunft an welchem Takt verbaut werden sollen.

Ihre Aufgabe ist es, die Bereitstellung dieser Teileumfänge an den jeweiligen Takten auszuplanen. Ihr Fokus ist, die Produktion durch Ihre Planung so zu unterstützen, dass diese möglichst effizient arbeiten kann. Zum einen beinhaltet dies, dass die Montage alle Teile einfach und möglichst ohne Hilfsmittel durchzuführen ist, um geringe Montagezeiten zu realisieren. Alle nicht-wertschöpfenden Tätigkeiten, wie Auspacken, Vorbereiten etc. sind also so weit wie möglich zu vermeiden. Zum anderen versuchen Sie, den Ablauf des Mitarbeiters so zu gestalten, dass er einen möglichst hohen Wertschöpfungsanteil erzielen kann, also werden z. B. unnötige Bewegungen und Laufwege wo möglich eliminiert. Sie orientieren sich dabei am idealen Prozessablauf des Montagemitarbeiters – dem so genannten Werkerdreieck:

- Zu Beginn eines neuen Takts bewegt sich der Mitarbeiter vom vorherigen Fahrzeug kommend in die hinter ihm liegende Bereitstellzone und entnimmt dort alle Teile, die er für den Verbau am/im Fahrzeug benötigt.
- Mit diesen Teilen (in seinen Händen oder z. B. auf einem kleinen, mobilen Werkerwagen) geht er im Anschluss an die Stelle des Fahrzeugs, an der er die Teile verbaut. Mit der Vorwärtsbewegung des Fahrzeugs innerhalb der Taktzeit bewegt sich auch der Mitarbeiter während seiner Verbautätigkeiten vorwärts, bis er am Ende des Takts alle Teile montiert hat.
- Danach beginnt der Ablauf wieder von vorne.



**Bewegungsraum des Werkers (1), Werkerdreieck (2),
Bereitstellfläche am Montageband (3) [Bop-2008]**

Grundlage dieses Werker-Dreiecks ist, dass der Produktionsmitarbeiter sich so wenig wie möglich bewegen muss, um die zum Verbau benötigten Teile aus der Bereitstellzone an das Fahrzeug zu bringen und um nach dem Verbau wieder in die Bereitstellzone zurückzugehen.

Dementsprechend versuchen Sie, den Zugriff in der Bereitstellzone auf einer möglichst geringen Fläche darzustellen, so dass der Montagemitarbeiter sehr wenig hin- und herlaufen muss, um die zum Verbau benötigten Teile „einzusammeln“. Dies ist besonders bei großen Bauteilen und vielen Varianten eine anspruchsvolle Aufgabe, da Ihnen maximal die Taktlänge für die Bereitstellung zur Verfügung steht. Diese bestimmt sich aus der Fahrzeuglänge und der innerhalb der Taktzeit vom Fahrzeug zurückgelegten Strecke und beträgt in unserer Produktion 7 m. Aufgrund der weiteren Rahmenbedingungen innerhalb unserer Produktionshalle ist die Tiefe der Bereitstellung auf 2,4 m begrenzt.

Sie versuchen also, diese Fläche (bzw. eine möglichst kleine Bereitstellfläche) durch Ihr gewähltes Bereitstell-Konzept ideal zu nutzen.

Dies bedeutet z. B.

- **Bereitstellung der Bauteile in kleinen Mengen:** Nachdem viele Bauteile von den Lieferanten in großen Mengen angeliefert werden, um eine sinnvolle Transportauslastung zu erreichen, können (bzw. sollten) nicht alle angelieferten Waren direkt am Band bereitgestellt werden. Insofern ist eine (meist interne) Vereinzelung erforderlich, bei der die Logistik die Ware auf (meist bandnahen) Flächen zwischenpuffert und von dort das Band in kleinen Zeitintervallen beliefert. Hier ist eine zusätzliche Vereinzelung (z. B. wenn die Ware bereits in Kleinladungsträgern auf einer Palette ankommt) bzw. auch Portionierung (wenn die Ware in einem Großladungsträger ankommt und in kleinere Behälter umgepackt werden muss) erforderlich, die von der Logistik auszuführen ist.

- **Bereitstellung der Bauteile in Sequenz:** Gerade für größere, variantenreiche Teilefamilien ist es nahezu unmöglich, alle Varianten so für den Montagemitarbeiter bereitzustellen, dass er mit minimalen Laufwegen die benötigten Bauteile greifen kann. Daher bietet sich in derartigen Fällen eine Bereitstellung in Sequenz an, so dass für jedes Fahrzeug immer genau das erforderliche Bauteil im Zugriff des Werkers ist (für das nächste Fahrzeug befindet sich das nächste Teil direkt dahinter usw.).
- **Bereitstellung kleiner Bauteile in einem Durchlaufregal:** Sie haben die Möglichkeit, gerade kleine Bauteile in einem Durchlaufregal anzuordnen, so dass Sie die Bauteile nicht nur neben- sondern auch übereinander anordnen können. Dies unterstützt gleichzeitig auch das FIFO-Prinzip, da die zuerst angelieferten (und von der Logistik von hinten in das Durchlaufregal eingeführten) Teile auch zuerst entnommen und verbaut werden.

Zusammengefasst verfolgen Sie also aus Sicht der Produktionsplanung folgende Zielsetzungen:

- **Geringer zeitlicher Aufwand pro Fahrzeug / hohe Produktivität**
 - Der Montagemitarbeiter als wertschöpfender Mitarbeiter konzentriert sich möglichst vollständig auf seine Montagetätigkeiten. Vor- oder nachgelagerte Handhabungstätigkeiten (z. B. Auspacken) übernehmen ggf. andere Mitarbeiter (z. B. aus der Logistik). Es gilt das Chirurg-Krankenschwester-Prinzip möglichst konsequent umzusetzen.
 - Gut gestaltete Bereitstellprozesse zeichnen sich durch kurze Lauf- und Greifwege und dadurch geringe Wege- und Greifzeiten für den Werker aus. Suchzeiten sind ebenfalls möglichst vollständig zu vermeiden.
 - Das Werkerdreieck ist unbedingt zu beachten, um die Bewegungen zum Holen der zu verbauenden Teile optimal in die Taktmontage zu integrieren.
 - Die Montage der Teile soll einfach und möglichst ohne Hilfsmittel durchzuführen sein, um geringe Montagezeiten zu realisieren.
- **Gute Arbeitsbedingungen für gesunde, motivierte Mitarbeiter**
 - Damit die Werker in der Montage ihre hohe Arbeitsleistung dauerhaft erbringen können, sind ergonomische Aspekte im Rahmen der Planung zu berücksichtigen. Dies bedeutet in erster Linie, dass der Werker keine schweren Lasten handhaben muss, günstige Greifpositionen vorgesehen werden und eine geeignete Informationsdarstellung gewählt wird, die den Werker optimal unterstützt. Alle benötigten Teile und Werkzeuge sind gut zugänglich.
 - Zusätzlich sind natürlich die Regeln der Arbeitssicherheit bei der Planung und Realisierung zu beachten.
- **Hohe Prozessqualität für zufriedene Endkunden**

- Ihr Unternehmen produziert Premiumfahrzeuge für anspruchsvolle Kunden. Aus diesem Grund ist Qualität oberstes Gebot. Die Qualität entsteht in der Produktion, hier dürfen keine Fehler entstehen. Sie als Produktionsplaner müssen deshalb auf optimale Teilequalität bei der Bereitstellung achten und höchste Montagequalität sicherstellen.
- Es ist jede Verwechslungsgefahr auszuschließen, damit das richtige Teil in der richtigen Variante verbaut wird.
- **Geringer Ressourcenbedarf für den Prozess „EM-Movers“ (Mitarbeiter, (Verbrauchs-) Material, Fläche, Kapital, Equipment)**
 - Einfache und flexible Bereitstelltechnik führt einerseits zu geringen Investitionen, andererseits ist die Flexibilität auch im Falle einer Neuplanung aufgrund von Umtaktungen etc. von Vorteil.
 - Deshalb gilt es auch die Bereitstellfläche an der Linie nicht vollständig zu belegen. Wenig Bestand an der Linie sorgt für klar strukturierte Prozesse und große Übersicht und vermeidet Fehler im Montageprozess.

Ihre Aufgabe ist es, für die anstehende Planungsaufgabe eine für die Produktion und Ihr Zielsystem optimale Lösung für die Teilebereitstellung und den vorgelagerten Logistikprozess zu finden!

Rollenbeschreibung Planer mit Hintergrund Logistik

Sie sind Prozessplaner mit Hintergrund Logistik. Dazu erhalten Sie aus der Produktionsplanung Vorgaben dazu, welche Teile in Zukunft von welchen Lieferanten geliefert werden und an welchem Takt diese verbaut werden sollen.

Ihre Aufgabe ist es, die Logistikprozesse dieser Teileumfänge bis zur Bereitstellung an den jeweiligen Takten auszuplanen. Ihr Fokus ist dabei, die Aufgaben für die Logistik durch Ihre Planung so zu unterstützen, dass diese eine möglichst effiziente Versorgung der Montage mit Waren realisieren kann. Dies umfasst alle erforderlichen Aktivitäten in Bezug auf

- **Raum-Transformation:**
Aufgabe der Logistik ist es, Waren über bestimmte Entfernungen zu bewegen, also z. B. vom Wareneingang oder einer Pufferfläche bis hin zum Montageband. Je nach Teilegröße und Anlieferumfang kann dies entweder manuell oder mit Hilfsmitteln, also z. B. Staplern für ganze Ladeeinheiten oder Routenzüge für Kleinladungsträger erfolgen.
- **Zeit-Transformation:**
Neben der Überbrückung von Entfernungen gleichen logistische Prozesse auch zeitliche Differenzen aus. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn der Teilebedarf eines Produktionsabschnitts kleiner ist als die Anliefermenge des Lieferanten. Gerade, wenn die Bereitstellfläche an der Produktion nicht ausreichend ist (bei der hier vorliegenden Planungsaufgabe sind dies 7 m Länge auf 2,5 m Breite), sind von Seiten der Logistik zusätzliche Lager- oder Pufferflächen einzuplanen.
- **Sortentransformation:**
Darüber hinaus kann es auch erforderlich sein, eine Sortentransformation durchzuführen, wenn die angelieferte Ware in Hinblick auf die Zusammensetzung nicht mit den Bedarfen der Produktion übereinstimmt. In diesem Fall müssen zusätzliche logistische Prozesse wie Portionieren, Kommissionieren, Sequenzieren oder Set-Bildung im Rahmen der Planung berücksichtigt werden.

Ziel ist es, diese je nach Bedarf erforderlichen logistischen Aufgaben bei maximaler Effizienz (also geringsten Kosten und geringstem Aufwand) zu realisieren. Ihre Aufgabe als Planer interner Logistikprozesse ist es damit,

1. möglichst wenige logistische Prozessschritte einzuplanen, da durch zusätzliche Schritte i.d.R. Mehrfachhandling unvermeidbar ist und der damit verbundene Aufwand für die Logistik steigt.
2. die notwendigen logistischen Prozesse möglichst aufwandsarm auszugestalten, um so die Bedarfe an Mitarbeitern und auch Equipment möglichst niedrig zu halten.

Ihre Schnittstelle ist meist der im Wareneingang ankommende LKW. Da dieser i.d.R. mit Großladungsträgern (Gitterboxen, Paletten oder Sonderladungsträgern) beladen ist, können Sie dementsprechend die größte Effizienz für die Logistik realisieren, wenn Sie diese Einheiten soweit als möglich direkt an den Bedarfsort bringen können, ohne Vereinzelnungs-Prozesse durchzuführen und idealerweise auch ohne zusätzliche Puffer-Prozesse, die zum einen Ihren Flächenbedarf erhöhen würden und zum anderen ein Doppel- oder Mehrfachhandling nach sich ziehen würden.

Zusammengefasst verfolgen Sie also aus Sicht der Logistikplanung folgende Zielsetzungen:

- **Geringer zeitlicher Aufwand pro Fahrzeug / hohe Effizienz**
 - Der Aufwand in der Logistik entsteht in erster Linie aufgrund vieler Transporte und vieler vorbereitender Handlungsschritte. Im Sinne einer Aufwandsreduzierung in der Logistik ist deshalb die Zahl der Transporte und die Zahl der notwendigen Handlungsschritte gering zu halten.
 - Optimal ist ein durchgängiger Prozess von der Anlieferung des Lieferanten im Werk bis zur Bereitstellung an der Montage ohne zusätzliches Etikettieren, Auspacken, Scannen etc. Wenn die Ware weniger häufig bewegt werden muss, reduzieren sich gleichzeitig unproduktive Suchzeiten für den Logistiker.
- **Gute Arbeitsbedingungen für gesunde, motivierte Mitarbeiter**
 - Damit die Mitarbeiter in der Logistik ihre hohe Arbeitsleistung dauerhaft erbringen können, sind ergonomische Aspekte im Rahmen der Planung kontinuierlich zu berücksichtigen. Dies bedeutet in erster Linie, dass die Mitarbeiter keine schweren Lasten handhaben müssen (ggf. ist Handlingunterstützung vorzusehen), günstige Greifpositionen vorgesehen werden und eine geeignete Informationsdarstellung gewählt wird, die den Mitarbeiter optimal unterstützt. Dies hat Auswirkungen auf die Gestaltung von Behältern und Regalen, Fahrzeugen, Anhängern und Handlinghilfen.
 - Zusätzlich sind natürlich die Regeln der Arbeitssicherheit bei der Planung und Realisierung zu beachten.
- **Hohe Prozessqualität für zufriedene Endkunden**
 - Ihr Unternehmen produziert Premiumfahrzeuge für anspruchsvolle Kunden. Aus diesem Grund ist Qualität oberstes Gebot.
 - Die Logistik leistet dazu ihren Beitrag über höchste Liefertreue für ihre internen Kunden. Sie liefert das richtige Produkt zur richtigen Zeit an den richtigen Ort in der richtigen Menge und Qualität.
- **Geringer Ressourcenbedarf (Mitarbeiter, (Verbrauchs-)Material, Fläche, Kapital, Equipment)**
 - Ein hoher Flächen- und Raumnutzungsgrad ist ein gutes Indiz für geringen Ressourcenbedarf im Gesamtprozess. Kurze Wege sparen Ver-

kehrflächen ein und sorgen so wiederum für geringeren Flächenbedarf.

- Wenn möglich sind zusätzliche Lagerstufen zu vermeiden und die Bestände sind insgesamt v.a. aus wirtschaftlichen Gründen gering zu halten.
- Einfache und flexible Lager-, Transport- und Handlingtechnik unterstützt das Streben nach niedrigen Investitionen und macht Umplanungen einfacher und kostengünstiger.

Ihre Aufgabe ist es, für die anstehende Planungsaufgabe eine für die Logistik optimale Lösung für die Teilebereitstellung und den vorgelagerten Logistikprozess zu finden!

Anhang B Fragebogen



fml - Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik
Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wi.-Ing. W. A. Günthner
Technische Universität München

Evaluierung des Planungsleitfadens Fragebogen



Forschungsprojekt
LEAN:log



Liebe Teilnehmerin, lieber Teilnehmer,

der Planungsleitfaden ist im Rahmen des Forschungsprojekts LEAN:log entstanden, welches von der Bayerischen Forschungstiftung gefördert ist.

Mit Hilfe dieses Fragebogens soll untersucht werden, ob der Planungsleitfaden ein hilfreiches Instrument für den Logistikplaner bei der Planung logistischer Wertströme ist. Es soll einerseits untersucht werden, ob Inhalt und Struktur geeignet sind, den Planer zu unterstützen. Andererseits sollen Anwendung und Nutzung des Leitfadens beleuchtet werden.

Die Fragen sind in Blöcke unterteilt, die sich teilweise auf den gesamten Planungsleitfaden und teilweise auf die Einzelelemente Handbuch, Prozessbausteine, Steuerungsbausteine und Gestaltungsempfehlungen Fokus Mensch beziehen. Sie hatten Gelegenheit sich mit dem Leitfaden vertraut zu machen und haben sich bestimmt ein Urteil gebildet. Wir bitten Sie nun, um die Beantwortung der folgenden Fragen.

Bitte wählen Sie bei eine Möglichkeit aus, bei sind mehrere Antworten möglich. Bei _____ schreiben Sie bitte freien Text. Nehmen Sie kein Blatt vor den Mund. Wir sind für jede Anmerkung dankbar.

Der Fragebogen wird natürlich anonym ausgewertet.

Vielen Dank!

Zur Person

Alter: _____

Geschlecht: männlich weiblich

Position im Unternehmen: _____

Haben Sie Erfahrung mit der Planung von Logistikprozessen auf Wertstromniveau?

keine Erfahrung langjährige/große Erfahrung

Wie beschreiben Sie Ihre Kenntnisse im Bereich *Lean Production*?

keine Kenntnisse sehr gute Kenntnisse

Wie beschreiben Sie Ihre Kenntnisse im Bereich *Lean Logistics*?

keine Kenntnisse sehr gute Kenntnisse



Zum Planungsleitfaden insgesamt

Ist die Struktur des Leitfadens für Sie verständlich?

unverständlich sehr gut verständlich

Ist die Struktur des Leitfadens gut gewählt?

nicht gut gewählt sehr gut gewählt

Was würden Sie an der Struktur verändern?

Fehlen Aspekte, die bei der Planung von Logistikprozessen auf Wertstromniveau berücksichtigt werden müssen?

Nein Ja. Welche fehlen? _____

In welcher Form würden Sie den Leitfaden im Planungsalltag verwenden?

Als PDF gar nicht ungern gerne sehr gern

Als Karteikasten gar nicht ungern gerne sehr gern

Abgelegt in einem Unternehmenswiki gar nicht ungern gerne sehr gern

In anderer Form: _____ gar nicht ungern gerne sehr gern

Zum Handbuch (geheftetes Dokument)

Sind die Inhalte im Handbuch insgesamt für Sie verständlich?

unverständlich sehr gut verständlich

Sind die Inhalte im Handbuch insgesamt ausreichend?

zu wenig zu viel



Sind die Inhalte im Handbuch übersichtlich dargestellt?

unübersichtlich sehr übersichtlich

Sind alle notwendigen Planungsschritte berücksichtigt?

Ja Nein. Welche fehlen? _____

Wie empfinden Sie die Granularität der Planungsschritte für eine Planung auf Wertstromniveau?

zu grob zu fein

Zu welchem Planungsschritt würden Sie sich mehr Informationen wünschen? Welche?

Planungsschritt 1: Kundenanforderungen aufnehmen

Planungsschritt 2: Lieferantenbedingungen aufnehmen

Planungsschritt 3: Auftragsfamilie festlegen, Wertstrommanager bestimmen

Planungsschritt 4: Notwendige Logistikfunktionen identifizieren

Planungsschritt 5: Prozessketten bilden

Planungsschritt 6: Steuerung der Prozessschritte festlegen



Planungsschritt 7: Layout grob planen

Planungsschritt 8: Bündeln prüfen, Bündelungsfamilie festlegen

Planungsschritt 9: Umsetzungsvariante je Funktion auswählen

Planungsschritt 10: Prozess ausplanen, Hinweise im Fokus Mensch beachten

Ist das Handbuch bei der Planung eines logistischen Wertstroms nützlich?

nicht nützlich sehr nützlich

Anmerkungen oder Verbesserungsvorschläge zum Handbuch insgesamt?

Zu den Prozessbausteinen

Sind die Inhalte verständlich?

unverständlich sehr gut verständlich

Sind die Informationen zu den Prozessbausteinen ausreichend?

zu wenig zu viel



Sind die Inhalte in den Prozessbausteinen übersichtlich dargestellt?

unübersichtlich sehr übersichtlich

Sind alle notwendigen Prozessbausteine vorhanden?

Ja Nein. Welche fehlen? _____

**Zu welchem Prozessbaustein würden Sie sich mehr Informationen wünschen?
Welche?**

Logistik-Taxi: Direktverkehr intern extern

Logistik-Bus: Routenzug intern extern

Logistik-Zug: Starre Fördertechnik (intern)

Transport über Konsolidierungspunkt intern extern

Lager (Nachschub über Dispo)

Supermarkt / Kanban-Puffer

FIFO-Puffer / FIFO-Bahn



Pufferfläche

Sequenz bilden für den Kunden

Set bilden für den Kunden

Kommissionieren für den Kunden

Konsolidieren / Sammeln

Vereinzeln

Logistikarbeitsplatz

**Sind die Prozessbausteine bei der Planung eines logistischen Wertstroms
nützlich?**

nicht nützlich sehr nützlich

Anmerkungen oder Verbesserungsvorschläge zu den Prozessbausteinen?



Zu den Steuerungsbausteinen

Sind die Inhalte verständlich?

unverständlich sehr gut verständlich

Sind die Informationen zu den Steuerungsbausteinen ausreichend?

zu wenig zu viel

Sind die Inhalte in den Steuerungsbausteinen übersichtlich dargestellt?

unübersichtlich sehr übersichtlich

Sind alle notwendigen Steuerungsbausteine vorhanden?

Ja Nein. Welche fehlen? _____

Zu welchem Steuerungsbaustein würden Sie sich mehr Informationen wünschen? Welche?

Kanban

Im Fluss

Go See Push / Pull

Auftrag



Verkettete Fließprozesse

Fahrplan / getaktet

Push

Sind die Steuerungsbausteine bei der Planung eines logistischen Wertstroms nützlich?

nicht nützlich sehr nützlich

Anmerkungen oder Verbesserungsvorschläge zu den Steuerungsbausteinen?

Zu den Gestaltungsempfehlungen im Fokus Mensch

Sind die Inhalte verständlich?

unverständlich sehr gut verständlich

Sind die Informationen zum Bereich Mensch ausreichend?

zu wenig zu viel

Sind die Inhalte in den Gestaltungsempfehlungen übersichtlich dargestellt?

unübersichtlich sehr übersichtlich



Zu welchen Aspekten würden Sie sich mehr Informationen wünschen? Welche?

Sind die Gestaltungsempfehlungen für den Planer nützlich, um robuste und leistungsfähige Prozesse zu gestalten?

nicht nützlich sehr nützlich

Anmerkungen oder Verbesserungsvorschläge zu den Gestaltungsempfehlungen?



Zum bisherigen Planungsvorgehen (ohne Leitfaden)

Welche Planungsschritte haben Sie bisher (ohne Leitfaden) durchgeführt / dokumentiert?

	durchgeführt?					dokumentiert?				
	nie	machmal	zum Teil	größtenteils	immer	nie	machmal	zum Teil	größtenteils	immer
Planungsschritt 1: Kundenanforderungen aufnehmen	<input type="checkbox"/>									
Planungsschritt 2: Lieferantenbedingungen aufnehmen	<input type="checkbox"/>									
Planungsschritt 3: Auftragsfamilie festlegen, Wertstrommanager bestimmen	<input type="checkbox"/>									
Planungsschritt 4: Notwendige Logistikfunktionen identifizieren	<input type="checkbox"/>									
Planungsschritt 5: Prozessketten bilden	<input type="checkbox"/>									
Planungsschritt 6: Steuerung der Prozessschritte festlegen	<input type="checkbox"/>									
Planungsschritt 7: Layout grob planen	<input type="checkbox"/>									
Planungsschritt 8: Bündeln prüfen, Bündlungsfamilie festlegen	<input type="checkbox"/>									
Planungsschritt 9: Umsetzungsvariante je Funktion auswählen	<input type="checkbox"/>									
Planungsschritt 10: Prozess ausplanen, Hinweise im Fokus Mensch beachten	<input type="checkbox"/>									



Welche weiteren Schritte haben Sie bisher bei der Planung von Logistikprozessen auf Wertstromniveau durchgeführt?

Welche Hilfsmittel und Methoden haben Sie bisher bei der Planung von Logistikprozessen auf Wertstromniveau verwendet?

Betrachten Sie bitte Ihre Planungen logistischer Wertströme bevor Sie den Leitfaden kennen.

Treffen diese Aussagen für Sie zu?

Ich nutze eine strukturierte Vorgehensweise bei der Planung logistischer Wertströme.	trifft überhaupt nicht zu	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	trifft vollkommen zu
Ich nutze für die Planung <i>definierte</i> Prozesselemente (z. B. Direktverkehr, Supermarkt).	trifft überhaupt nicht zu	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	trifft vollkommen zu
Ich nutze für die Planung <i>definierte</i> Steuerungsarten (z. B. Kanban, im Fluss).	trifft überhaupt nicht zu	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	trifft vollkommen zu
Ich verwende Planungselemente, die sich in der Vergangenheit bewährt haben und die ich aus früheren Planungen kenne.	trifft überhaupt nicht zu	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	trifft vollkommen zu
Ich entwickle neue Prozesse aufgrund meiner Erfahrungen und Überlegungen.	trifft überhaupt nicht zu	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	trifft vollkommen zu
Ich greife auf die Erfahrungen/Planungen meiner Kollegen zurück.	trifft überhaupt nicht zu	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	trifft vollkommen zu



Es existieren Unternehmensstandards, die ich für meine Planprozesse übernehme. | trifft überhaupt nicht zu trifft vollkommen zu

Für welchen Bereich der Wertstromplanung existieren Unternehmensstandards?

Zum Planungsvorgehen mit dem Leitfaden

Welche Planungsschritte würden Sie zukünftig bei Verwendung des Leitfadens durchführen / dokumentieren?

	durchführen?					dokumentieren?				
	nie	manchmal	zum Teil	größtenteils	immer	nie	manchmal	zum Teil	größtenteils	immer
Planungsschritt 1: Kundenanforderungen aufnehmen	<input type="checkbox"/>									
Planungsschritt 2: Lieferantenbedingungen aufnehmen	<input type="checkbox"/>									
Planungsschritt 3: Auftragsfamilie festlegen, Wertstrommanager bestimmen	<input type="checkbox"/>									
Planungsschritt 4: Notwendige Logistikfunktionen identifizieren	<input type="checkbox"/>									
Planungsschritt 5: Prozessketten bilden	<input type="checkbox"/>									
Planungsschritt 6: Steuerung der Prozessschritte festlegen	<input type="checkbox"/>									
Planungsschritt 7: Layout grob planen	<input type="checkbox"/>									



	durchführen?					dokumentieren?				
	nie	manchmal	zum Teil	größtenteils	immer	nie	manchmal	zum Teil	größtenteils	immer
Planungsschritt 8: Bündeln prüfen, Bündelungsfamilie festlegen	<input type="checkbox"/>									
Planungsschritt 9: Umsetzungsvariante je Funktion auswählen	<input type="checkbox"/>									
Planungsschritt 10: Prozess ausplanen, <i>inkl.</i> Hinweise im Fokus Mensch beachten	<input type="checkbox"/>									

Kann der Planungsleitfaden *unerfahrene Planer* bei der Planung logistischer Wertströme unterstützen?

keine Unterstützung sehr gute Unterstützung

Kann der Planungsleitfaden *erfahrene Planer* bei der Planung logistischer Wertströme unterstützen?

keine Unterstützung sehr gute Unterstützung

Führt die Verwendung des Leitfadens zu einer strukturierten, nachvollziehbaren Dokumentation der Planungsvoraussetzungen, -annahmen und -ergebnisse?

schlechte Dokumentation sehr gute Dokumentation

Würden Sie den Planungsleitfaden Ihren Kollegen empfehlen?

nein, bestimmt nicht ja, auf jeden Fall



Zum Planungsleitfaden als Wissenssammlung

Die Inhalte des Planungsleitfadens könnten unternehmensintern kontinuierlich durch das Wissen, die Erfahrungen und Hinweise der Logistikplaner ergänzt werden. Genauso könnten gelungene Umsetzungen, Beispiele etc. Teil des Leitfadens werden.

Ist der Planungsleitfaden geeignet Planerwissen in einem allen zugänglichen Dokument zu sammeln?

ungeeignet sehr gut geeignet

Würden Sie *persönlich* Erkenntnisse, Erfahrungen, Anmerkungen im Leitfaden ergänzen?

nein, sicher nicht ja, bestimmt

In welcher Form würden Sie eigene Anmerkungen ergänzen?

Als Kommentare im PDF	gar nicht <input type="checkbox"/>	ungern <input type="checkbox"/>	gerne <input type="checkbox"/>	sehr gern <input type="checkbox"/>
Handschriftlich im Karteikasten	gar nicht <input type="checkbox"/>	ungern <input type="checkbox"/>	gerne <input type="checkbox"/>	sehr gern <input type="checkbox"/>
Ergänzungen im Unternehmenswiki	gar nicht <input type="checkbox"/>	ungern <input type="checkbox"/>	gerne <input type="checkbox"/>	sehr gern <input type="checkbox"/>
In anderer Form: _____	gar nicht <input type="checkbox"/>	ungern <input type="checkbox"/>	gerne <input type="checkbox"/>	sehr gern <input type="checkbox"/>

Zum Planungsleitfaden als (Unternehmens-)Standard

Eignet sich der Planungsleitfaden mit den festgelegten Planungsschritten und definierten Einzelbausteinen zur Etablierung eines (Unternehmens-)Standards für die Planung von Logistikprozessen auf Wertstromniveau?

ungeeignet sehr gut geeignet

Könnte ein (Unternehmens-)Standard für die Planung logistischer Wertströme die *Qualität* der Planungen erhöhen?

nein, sicher nicht ja, bestimmt



A series of 25 horizontal lines for writing, arranged in a single column.



Herzlichen Dank für Ihre Mithilfe!

Bitte senden Sie uns den Fragebogen per Post, Fax oder eingescannt per E-Mail zu.

Bei Fragen können Sie sich jederzeit gerne an uns wenden.

**Janina Durchholz
fml - Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik
Technische Universität München**

**Boltzmannstr. 15
D-85748 Garching bei München**

**Tel.: +49 (0)89 289-15917
Fax: +49 (0)89 289-15922**

E-Mail: durchholz@fml.mw.tum.de