



GERMAN LEAN
CONSTRUCTION
INSTITUTE

Lean Construction

Begriffe und Methoden

German Lean Construction Institute – GLCI e.V.

Herausgeber:

German Lean Construction Institute – GLCI e. V.
c/o KIT Institut für Technologie und Management im Baubetrieb
Gotthard-Franz-Str. 3 (Am Fasanengarten), Geb. 50.31
76131 Karlsruhe
info@glci.de

Redaktionelle Bearbeitung:

Prof. Dr. Shervin Haghsheno
Nadia Wachter

ISBN 978-3-00-061123-0

1. Auflage Stand Oktober 2019

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werks darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder in einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers reproduziert werden oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Printed in Germany

Copyright: GLCI, Karlsruhe

Mitglieder der GLCI-Arbeitsgruppe**„Lean Construction – Begriffe und Methoden“**

Dr. Joerg Altner	DB Netz AG
Bernd Baur	Vollack GmbH & Co. KG
Prof. Dr. Fritz Berner	Universität Stuttgart, Institut für Baubetriebslehre
Marco Binninger	KIT/Weisenburger
Ralph Ellinghaus	REL Hamburg
Dirk Haecker	CPM GmbH Gesellschaft für Projektmanagement
Prof. Dr. Shervin Haghsheno	Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Technologie und Management im Baubetrieb
Prof. Dr. Michael Korn	Hochschule Karlsruhe, Fachgebiet Baumanagement und Baubetrieb
Samy Kröger	Zechbau GmbH
Stefan Mika	Heinrich Schmid, Führungsakademie
Dr. Claus Nesensohn	Refine Projects AG
Prof. Dr. Peter Racky	Universität Kassel, Institut für Bauwirtschaft
Beate Reinartz-Wirtz	Hines Immobilien GmbH
Dr. Carina Schlabach	Ed. Züblin AG Direktion Mitte, MAX.
Peter Steffek	KTC – Karlsruhe Technology Consulting GmbH
Claus Weidinger	REOSS Industries GmbH
Jens Witter	STAUFEN.AG

Vorwort zur 1. Auflage

Zu den im Satzungszweck des German Lean Construction Institute (GLCI) genannten Zielen gehört u.a. die „*Etablierung eines allgemeinen Sprachgebrauchs für die Prinzipien und Werkzeuge des Lean Construction*“. Ein gemeinsames Verständnis von Begriffen und die Einordnung von Prinzipien, Methoden und Werkzeugen in eine Gesamtsystematik sind für die Verbreitung der Lean Management Philosophie im Bauwesen und deren Anwendung in der Praxis von großer Bedeutung. Mit dieser Publikation leistet das GLCI einen wesentlichen Beitrag hierzu.

Die Mitglieder der Arbeitsgruppe „Lean Construction – Begriffe und Methoden“ sind die gemeinsamen Verfasser des vorliegenden Werks. Sie sind Mitglieder im GLCI und alle aus unterschiedlichen Perspektiven mit der Anwendung bzw. Vermittlung der Prinzipien, Methoden und Werkzeuge des Lean Construction vertraut. So wirkten Vertreter von Bauherrenorganisationen, Planungs-, Bau- und Projektmanagementunternehmen, Unternehmensberatungen sowie von Hochschulen an der Erarbeitung dieser Publikation mit.

Die Zielgruppe der Publikation sind insbesondere Vertreter aus der Praxis, die sich neu mit Lean Construction befassen. Sie eignet sich zugleich auch für den Einsatz in der Hochschullehre und in anderen Aus- und Weiterbildungsformaten. Aber auch bereits erfahrene Anwender können diese Publikation als Nachschlagewerk zur Einordnung der von Ihnen bereits angewandten Prinzipien und Methoden nutzen.

Ich möchte mich ganz besonders für das großartige Engagement aller Mitglieder der Arbeitsgruppe „Lean Construction – Begriffe und Methoden“ bedanken, ohne deren ehrenamtlichen Einsatz diese Publikation nicht möglich gewesen wäre. Zu jeder Zeit war die persönliche Begeisterung der Autoren für das Thema spürbar. Diese Begeisterung und die Bereitschaft aller Beteiligten, persönliche Erfahrungen offen und bereitwillig mit den anderen Autoren zu teilen, haben sehr zum Gelingen dieses Werks beigetragen. Immer wieder brachten die Mitglieder der Arbeitsgruppe zum Ausdruck, wie sehr sie den persönlichen Austausch und die vertrauensvolle Atmosphäre in der gemeinsamen Arbeit schätzen.

Allen Lesern dieser Publikation wünsche ich interessante Einblicke in die „Welt des Lean Construction“. Ganz im Sinne der Lean Philosophie sind sich die Autoren dessen bewusst, dass Perfektion kein Zustand ist, der erreicht sondern lediglich angestrebt werden kann. Daher besteht bei allen Verfassern der Wunsch, das vorliegende Werk in den nächsten Auflagen weiter zu verbessern. Hierbei sind wir auf das Feedback der Leser angewiesen, wozu ich Sie sehr herzlich einlade.

Prof. Dr. Shervin Haghsheno

Vorsitzender des Vorstands

German Lean Construction Institute – GLCI e.V.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 1. Auflage	IV
Abbildungsverzeichnis	VIII
1 Einführung	1
1.1 Vorbemerkung	1
1.2 Das German Lean Construction Institute (GLCI)	1
1.3 Ausgangssituation und Motivation	2
1.4 Zielsetzung	3
1.5 Vorgehensweise	3
2 Grundlagen von Lean Construction	5
2.1 Historische Entwicklung	5
2.2 Prinzipien des Lean Management	6
2.2.1 Wert aus Sicht des Kunden	7
2.2.2 Identifikation des Wertstroms	7
2.2.3 Fluss-Prinzip	8
2.2.4 Pull-Prinzip	9
2.2.5 Streben nach Perfektion/Kontinuierliche Verbesserung	10
2.3 Verschwendung und Verschwendungsarten	11
2.4 Visuelles Management	13
2.5 Anwendung der Prinzipien des Lean Management im Bauwesen	15
3 Lean Transformation und Entwicklung einer „Lean Kultur“	16
3.1 Einleitung	16
3.2 Change Management	16
3.3 Lean Transformation	18
3.3.1 Einleitung	18
3.3.2 Transparenz	20
3.3.3 Vertrauen	21
3.3.4 Kommunikation	24
3.3.5 Kollaboration	26
4 Integrierte Projektabwicklung	28
4.1 Einleitung	28
4.2 Grundlagen	28
4.3 Etablierte Formen integrierter Projektabwicklung	30
4.3.1 Integrated Project Delivery	30
4.3.2 Project Alliancing	32

5	Systeme zur Produktionsplanung und -steuerung	37
5.1	Einleitung	37
5.2	Last Planner System.....	38
5.2.1	Einleitung	38
5.2.2	Mehrwert des Last Planner Systems gegenüber der klassischen Bauabwicklung	38
5.2.3	Planung der projektbasierten Produktion mit dem Last Planner System (Produktionsplanung).....	39
5.2.4	Steuerung der Produktion mit dem Last Planner System (Produktionssteuerung)	44
5.2.5	Überlegungen zur Umsetzung des Last Planner Systems	46
5.3	Taktplanung und Taktsteuerung.....	46
5.3.1	Einleitung	46
5.3.2	Mehrwert der Taktplanung und -steuerung gegenüber der klassischen Bauabwicklung	47
5.3.3	Planung der projektbasierten Bauproduktion mit der Taktplanung und - steuerung (Produktionsplanung)	48
5.3.4	Steuerung der Bauproduktion mit der Taktplanung und -steuerung (Produktionssteuerung)	52
5.3.5	Überlegungen zur Umsetzung der Taktplanung und -steuerung.....	56
6	Lean Design	57
6.1	Einleitung	57
6.2	Grundlagen	57
6.3	Last Planner System in der Planungsphase	58
6.4	Set-Based Design.....	64
6.5	Target Value Design	65
7	Lean Logistik	68
7.1	Supply Chain Management	68
7.1.1	Einleitung	68
7.1.2	Materialfluss	69
7.1.3	Informationsfluss	69
7.1.4	Leistungsfluss	70
7.2	Logistik nach Lean Prinzipien.....	71
7.2.1	Vorbemerkung.....	71
7.2.2	Ortsbezogenes Logistik-Modell	71
7.2.3	Phasenbezogenes Logistik-Modell.....	73
7.2.4	Werkzeuge in der Logistik	73
7.2.5	Zusammenfassung	77

8	Ausgewählte Methoden und Werkzeuge im Lean Construction	78
8.1	Einleitung	78
8.2	Big Room	78
8.3	Problemlösungswerkzeuge	79
8.3.1	A3-Report	79
8.3.2	Ishikawa-Diagramm	80
8.4	Wertstrom-Analyse und -Design	81
8.4.1	Einleitung	81
8.4.2	Wertstrom-Analyse	81
8.4.3	Wertstrom-Design	82
8.5	Multimomentaufnahme	82
9	Lean Construction im Kontext anderer Managementmethoden	84
9.1	Einleitung	84
9.2	Lean Construction und Building Information Modeling	84
9.3	Lean Construction und Agiles Projektmanagement.....	86
9.3.1	Agiles Projektmanagement.....	86
9.3.2	Scrum als Methode des agilen Projektmanagements.....	87
Anhang A:	Literaturverzeichnis	91
Anhang B:	Abkürzungsverzeichnis	97
Anhang C:	Glossar.....	99

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Prinzipien des Lean Thinking nach Womack and Jones	6
Abbildung 2:	PDCA-Zyklus.....	11
Abbildung 3:	Visualisierung von Prozessen an Planungstafeln	14
Abbildung 4:	Weg zur Kollaboration.....	22
Abbildung 5:	Lean Project Delivery System – LPDS.....	29
Abbildung 6:	Bestandteile der Organisationsstruktur im Rahmen von Alliancing.....	34
Abbildung 7:	Durchführung des LPS.....	40
Abbildung 8:	Gesamtprozessanalyse	41
Abbildung 9:	Phasenplan	42
Abbildung 10:	Vorschauplanung	43
Abbildung 11:	Kennzahlenerfassung	45
Abbildung 12:	Beispielhafte Darstellung des Gewerkezugues im Rahmen der Pull-Planung..	50
Abbildung 13:	Beispielhafte Darstellung eines getakteten Gesamtterminplans	51
Abbildung 14:	Beispielhafte Darstellung eines getakteten Gesamtterminplans	51
Abbildung 15:	Taktsteuerungsbesprechungen in einem Big Room	53
Abbildung 16:	Grafische Auswertung des PEA-Wertes	53
Abbildung 17:	Auswertung der Gründe für Abweichungen vom geplanten Takt.....	54
Abbildung 18:	Arbeit an der Statustafel	54
Abbildung 19:	Beispiel für die tägliche Aufgabenorganisation in Listenform	62
Abbildung 20:	Auswertung des PEA-Werts über die Projektzeit.....	63
Abbildung 21:	Phasenbezogenes Logistik-Modell.....	73
Abbildung 22:	JiT gelieferte Materialien zur Bauausführung.....	74
Abbildung 23:	Beispielhafte Veranschaulichung der phasen- und ortsbezogenen Logistik- Modelle sowie relevanter Werkzeuge	77
Abbildung 24:	Zusammenhänge zwischen Elementen des PDCA-Zyklus und A3-Reports...	79
Abbildung 25:	Ishikawa-Diagramm (beispielhafte Darstellung).....	80
Abbildung 26:	Ausgewählte Symbole zur Darstellung von Prozessen bei der Wertstrom- Analyse.....	81
Abbildung 27:	Meeting am Scrum Board	90

1 Einführung

1.1 Vorbemerkung

Mit dem Begriff Lean Construction wird die Übertragung der Lean Management-Philosophie auf das Bauwesen, die in den 1990er Jahren begann, beschrieben. Seither nimmt die Anwendung von Lean Construction in der Praxis stetig zu. Maßgeblich beteiligt an der Verbreitung und Unterstützung der Umsetzung von Lean Construction sind auf internationaler Ebene diverse Fachgesellschaften und Institutionen, die in ihren jeweiligen Ländern als Plattformen zur Förderung dieses Management-Ansatzes und der Netzwerkbildung in diesem Bereich dienen. Die erste entsprechende Institution wurde 1997 mit dem Lean Construction Institute (LCI) in den USA gegründet. Eine Reihe weiterer Länder schlossen sich in den Folgejahren an. In Deutschland wurde 2014 das German Lean Construction Institute (GLCI) gegründet.

Neben der Anwendung von Lean Construction in der Praxis war dieser Ansatz von Beginn an Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. Die bereits 1993 gegründete International Group of Lean Construction (IGLC) versammelt Wissenschaftler aus der ganzen Welt, die sich in ihrer Forschung mit den Grundsätzen, Methoden und Werkzeugen im Lean Construction beschäftigen. Deren Erkenntnisse werden jährlich auf der internationalen Konferenz der IGLC präsentiert.¹

1.2 Das German Lean Construction Institute (GLCI)

Das German Lean Construction Institute – GLCI e.V. ist ein gemeinnütziger Verein und verfolgt als neutrale Plattform das Ziel, den Einsatz der Grundsätze und Methoden von Lean Construction sowohl in der Wissenschaft als auch in der Praxis in Deutschland zu fördern. Mitglieder des GLCI sind Unternehmen und Organisationen aus der gesamten Wertschöpfungskette der Bau- und Immobilienwirtschaft und Personen, die sich für die stärkere Anwendung von Lean Construction in Deutschland einsetzen.

Die Gründung des Vereins erfolgte im Jahr 2014 von Wissenschaftlern, die sich im Rahmen ihrer Forschungsarbeiten mit der Verbesserung der Planungs- und Ausführungsprozesse im Bauwesen beschäftigen und in Lean Construction einen Ansatz sehen, der einen Beitrag zur signifikanten Erhöhung der Produktivität im Bauwesen und zu einer besseren Kultur im Umgang der Beteiligten miteinander leisten kann.

¹ Alle Beiträge aus den Tagungsbänden der IGLC-Konferenzen sind auf der Website www.iglc.net frei zugänglich.

Zahlreiche Unternehmen aus der gesamten Bau- und Immobilienwirtschaft² aus allen Beteiligtengruppen wie Bauherrenorganisationen, Bau-, Planungs-, Projektmanagement- und Beratungsunternehmen sowie Verbände und wissenschaftliche Institutionen sind inzwischen Mitglied im GLCI. Daneben sind viele Personen, die in den Organisationen der genannten Beteiligtengruppen tätig sind und ein hohes persönliches Interesse und eine große Begeisterung für diese Management-Philosophie haben, Mitglied im GLCI. Alle Mitglieder unterstützen die Verbreitung von Lean Construction mit ihren finanziellen Beiträgen, aber vor allem auch mit hohem persönlichem Engagement in der Arbeit des GLCI und in ihren jeweiligen Tätigkeitsbereichen in den eigenen Organisationen. Die Arbeit des GLCI wird von der Überzeugung getragen, dass Lean Construction über das Potential verfügt das Bauwesen durch einen Kulturwandel hin zu mehr Zusammenarbeit und Kollaboration im Sinne der Wertschöpfung für den Kunden zu transformieren.

1.3 Ausgangssituation und Motivation

In Deutschland werden Lean Construction Methoden bereits teilweise angewandt und einem Teil der in der Branche tätigen Personen aus der Bau- und Immobilienwirtschaft ist der Terminus bekannt. Allerdings sind die meisten Projektbeteiligten mit den Begriffen und Methoden von Lean Construction nicht im Detail vertraut und eine flächendeckende Anwendung der Methoden findet noch nicht statt.

Bereits durch zahlreiche Studien ist belegt, dass der wertschöpfende Anteil der Arbeiten in der Bau- und Immobilienwirtschaft vergleichsweise gering ist. So wird in einzelnen Studien der Anteil der wertschöpfenden Arbeit in der Bauausführung mit Werten zwischen ca. 9 % und 50 %³ bemessen. Die Reduktion der damit einhergehenden Verschwendung und die notwendige Optimierung der Prozessabläufe wird regelmäßig auch öffentlich diskutiert, da Projekte mit großen Zeitverzögerungen, Kostenüberschreitungen und daraus resultierend hoher Verschwendung bzw. mangelhaft vorbereiteten Prozessen insbesondere bei großen Vorhaben in den Medien erscheinen. Der Befund ist jedoch nicht nur auf wenige große oder komplexe Projekte limitiert. Ein wesentliches Ziel von Lean Construction ist die Reduktion bzw. Eliminierung dieser beschriebenen Verschwendung, um hierdurch die Wertschöpfung für den jeweiligen Kunden zu erhöhen.

Eine wichtige Voraussetzung für eine möglichst rasche Verbreitung von Lean Construction in der deutschen Bau- und Immobilienwirtschaft ist die Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses bezüglich der Grundsätze dieser Management-Philosophie und der zum Einsatz kommenden

² Der Begriff „Bau- und Immobilienwirtschaft“ umfasst in der vorliegenden Veröffentlichung immer die gesamte Wertschöpfungskette des Bauens.

³ (Denzer et al. 2015) vergleichen in ihrer Arbeit die Ergebnisse verschiedener Studien, die den Anteil der wertschöpfenden Tätigkeit in der Bau- und Immobilienwirtschaft analysiert und quantifiziert haben. Die Variation der Ergebnisse der Studien ist laut Denzer et al. darin begründet, dass die Studien unterschiedliche Gewerke analysiert haben und dass die Begriffe „Verschwendung“ und „wertschöpfende Tätigkeit“ in den Studien unterschiedlich definiert worden sind.

Methoden und Werkzeuge. Hieraus leitet sich die wesentliche Motivation für die Arbeitsgruppe des GLCI ab, das vorliegende Werk zusammenzustellen, um die Grundlagen von Lean Construction allen Beteiligten in der Bau- und Immobilienwirtschaft frei zugänglich zu machen.

1.4 Zielsetzung

Ein gemeinsamer Sprachgebrauch im Hinblick auf Begriffe und Methoden erleichtert es allen Beteiligten in der Branche, die Umsetzung in ihren jeweiligen Organisationen und Projekten zügiger und effektiver voranzubringen. Auf diese Weise sollen der Austausch unter den Projektbeteiligten und die Anwendung der entsprechenden Methoden gefördert werden. Die beschriebenen Ziele finden sich gleichermaßen in der Satzung des GLCI wieder.

Das vorliegende Werk soll ein ganzheitliches und übergreifendes Verständnis von Lean Construction ermöglichen. Dabei berücksichtigen die Verfasser die unterschiedlichen Perspektiven verschiedener Projektbeteiligter. Die Publikation richtet sich sowohl an die Führungsebenen als auch an alle anderen Mitarbeiter in Projekten und Stabstellen in den jeweiligen Organisationen sowie ausdrücklich auch an gewerbliche Mitarbeiter, die am Ort der Wertschöpfung in der Produktion auf der Baustelle tätig sind. Des Weiteren werden alle Beteiligten der einzelnen Wertschöpfungsstufen der Bau- und Immobilienwirtschaft angesprochen. Um ein möglichst breites Spektrum abzudecken, basiert dieses Dokument nicht nur auf bereits existierenden wissenschaftlichen Untersuchungen und Berichten aus der Praxis, sondern wird durch die Erfahrungen der Autoren ergänzt.

Mit der so formulierten Zielsetzung ergänzen sich das vorliegende Werk und die im Frühjahr 2019 vom Verein Deutscher Ingenieure (VDI) herausgegebene Richtlinie VDI 2553 „Lean Construction“ gegenseitig. Während das vorliegende Werk des GLCI primär auf ein gemeinsames Verständnis wesentlicher Begriffe und Methoden sowie auf deren Einordnung in eine inhaltliche Gesamtsystematik abzielt, beinhaltet die Richtlinie VDI 2553 u. a. zahlreiche Arbeitshilfen, mit denen die jeweiligen Anwender Lean Construction-Methoden in Projekte und Organisationen einführen bzw. dort anwenden können.

1.5 Vorgehensweise

Zur Erstellung des vorliegenden Werks wurde Ende 2016 eine Arbeitsgruppe im GLCI gegründet. An der Arbeitsgruppe konnten interessierte Mitglieder des GLCI mitwirken. Nach der Festlegung der zu bearbeitenden relevanten Themenbereiche wurden folgende Unterarbeitsgruppen gebildet, die in den Zeiträumen zwischen den Treffen der gesamten Arbeitsgruppe die jeweiligen Inhalte ihres Themenbereichs erarbeiteten:

- Grundlagen Lean Management
- Logistik
- Mensch und Kultur
- Sonstige Methoden und Werkzeuge
- Synergie Digitalisierung
- Methoden Produktionsplanung und -steuerung
- Verträge/Integrierte Projektabwicklung
- Lean Design

In insgesamt sechs gemeinsamen Treffen der Mitglieder der Arbeitsgruppe wurden die jeweiligen Teilbeiträge diskutiert und miteinander abgeglichen. Danach wurden die Teilbeiträge in eine abgestimmte Gesamtgliederung eingefügt und redaktionell bearbeitet. Abschließend wurde ein Glossar zur Erläuterung der wesentlichen Begriffe, die im Kontext von Lean Construction zur Anwendung kommen, hinzugefügt.

2 Grundlagen von Lean Construction

2.1 Historische Entwicklung

Die Ursprünge der Lean Management-Philosophie werden auf das Toyota-Produktionssystem zurückgeführt. Maßgeblich an der Entwicklung des Toyota-Produktionssystems war Taiichi Ohno⁴ beteiligt. Ohno begann Ende der 1940er Jahre den Fokus der Produktion bei Toyota zu verändern:⁵ Während die maßgebende Kennzahl in der Massenproduktion lange Zeit die Maschinenproduktivität war, fokussierte Ohno den Fluss eines einzelnen Produkts durch das Produktionssystem. Ohno hielt somit zwar an der damals bereits etablierten Fließbandproduktion fest, allerdings war seine Produktionsphilosophie nicht auf die Erstellung einer standardisierten Massenware ausgerichtet, sondern hatte die Fertigung von am Kundenbedarf ausgerichteten Produkten zum Ziel.⁶ Ohno zufolge wird durch Einzelfertigung Verschwendung reduziert und der Mensch sowie der Respekt für den Menschen werden in den Mittelpunkt des Produktionsprozesses gerückt.⁷ Die Ansätze des Toyota-Produktionssystems wurden im Folgenden durch Womack, Jones, Goldratt sowie andere Persönlichkeiten weiterentwickelt. Methoden und Werkzeuge wurden schrittweise ergänzt, um strukturierte und verschwendungsarme Prozesse zu realisieren.⁸ Die Etablierung des Terminus „Lean Production“ wird Womack, Jones und Roos in ihrem 1990 veröffentlichten Buch „The Machine that Changed the World“ zugeschrieben, in dem sie Methoden basierend auf den Lean Management-Prinzipien zur Verbesserung der Produktion von Automobilen beschreiben.⁹ Das Buch ist eine Zusammenfassung der von den Autoren im Jahr 1985 begonnenen und etwa fünf Jahre dauernden Studie am Massachusetts Institute of Technology mit dem Titel „International Motor Vehicle Program“. Im Rahmen der Studie wurden die Prozesse zahlreicher Automobilfabriken unterschiedlicher Unternehmen weltweit analysiert. Schlussendlich wurde so der Begriff „Lean Production“ in Abgrenzung zum Begriff „Mass Production“ geprägt.¹⁰

Im nächsten Schritt wurden die erarbeiteten Grundsätze von Lean Production auf eine abstraktere Ebene gehoben und als Lean Thinking im Sinne einer Management-Philosophie allgemein für die Führung in Organisationen sowie die Gestaltung von Leistungserstellungsprozessen jeglicher Art beschrieben. In den folgenden Jahren wurden die Lean Management-Prinzipien nicht mehr nur im Bereich der Produktion selbst eingesetzt. Innerhalb von Industrieunternehmen wurden Lean Management-Prinzipien teilweise zur Abwicklung von Logistik-, Einkaufs- und Ver-

⁴ Taiichi Ohno war seit 1943 als Betriebsingenieur bei der Toyota Motor Company beschäftigt. In seinen darauffolgenden Funktionen als Produktionsleiter, Managing und Senior Managing Director sowie Executive Vice President der Toyota Motor Corporation prägte er über mehrere Jahrzehnte maßgeblich das Toyota Production System.

⁵ (Zollondz 2013)

⁶ (Howell 1999)

⁷ (Zollondz 2013)

⁸ (Gehbauer 2006)

⁹ (Ballard und Howell 2003)

¹⁰ (Womack et al. 1991)

triebsprozessen sowie in der Forschung und Entwicklung eingesetzt.¹¹ Des Weiteren wurden die Lean Management-Prinzipien bereits sehr früh auf die Verwaltung und Organisation von Krankenhäusern unter dem Begriff Lean Health Care übertragen.¹² Weitere Anwendungsbereiche folgten. Die Übertragung der Lean Management-Prinzipien auf das Bauwesen ist Gegenstand der vorliegenden Publikation und wird ab Kapitel 2.5 vertieft behandelt.

2.2 Prinzipien des Lean Management

Zur Beschreibung der Grundsätze bzw. Prinzipien des Lean Management können die fünf Prinzipien des Lean Thinking nach Womack und Jones herangezogen werden, die in Abbildung 1 dargestellt sind.

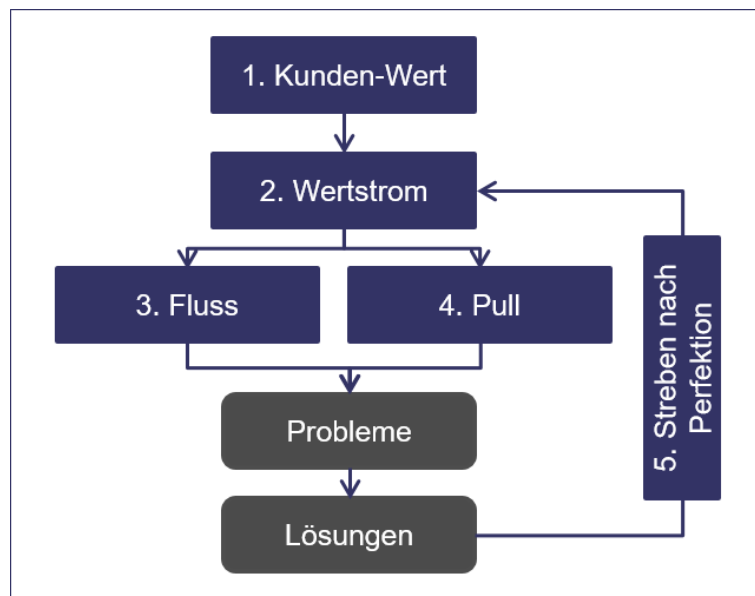


Abbildung 1: Prinzipien des Lean Thinking nach Womack and Jones¹³

Die fünf Prinzipien des Lean Thinking lauten:

1. Kunden-Wert: Erkenne den Wert aus Sicht des Kunden.
2. Wertstrom: Zeichne den Strom der notwendigen Schritte, um den Kundenwert abzuliefern.
3. Fluss-Prinzip: Lasse die Arbeit entlang dieses Stroms fließen.
4. Pull-Prinzip: Benutze das Pull-Prinzip.
5. Streben nach Perfektion: Strebe nach Perfektion durch kontinuierliche Verbesserung.¹⁴

Nachfolgend werden die hier genannten Prinzipien des Lean Thinking im Einzelnen erläutert.

¹¹ (Staufen 2016)

¹² (Lichtig 2005)

¹³ (Womack und Jones 2013). Das Fluss- und das Pull-Prinzip sind gleichermaßen zu berücksichtigen. Die Berücksichtigung nur eines der beiden Prinzipien ist nicht ausreichend.

¹⁴ (Womack und Jones 2013)

2.2.1 Wert aus Sicht des Kunden

Das grundlegende Prinzip im Lean Management besteht darin, sämtliche Aktivitäten in einem Unternehmen oder in einem Projekt auf den Wert aus Sicht des Kunden auszurichten. Alle Aktivitäten bzw. Handlungen, die keinen Beitrag dazu leisten, Kundenwert zu generieren, werden hierbei als „Verschwendung“ betrachtet. Das Ziel besteht darin, Verschwendung zu eliminieren bzw. dort, wo eine vollständige Vermeidung nicht möglich ist, diese auf ein Mindestmaß zu reduzieren.

Ein wesentlicher Aspekt ist die Identifikation des „Kunden“. Je nach Perspektive kann dieser verschiedenartig sein. Grundsätzlich kann zwischen internen Kunden und externen Kunden differenziert werden. Interne Kunden sind Personen oder Einheiten innerhalb der eigenen Organisation, die eine Leistung oder ein (Zwischen-)Produkt abnehmen. Dies können aus der Perspektive einzelner Mitarbeiter beispielsweise Kollegen oder Vorgesetzte sein oder aus der Perspektive einer Abteilung eine andere Abteilung, für die Vorleistungen erbracht werden. Der externe Kunde ist der Abnehmer der von einer Organisation angebotenen Dienstleistungen bzw. Produkte. Bei einem Bauwerk kann beispielsweise der Nutzer des Bauwerks in der Regel als Endkunde betrachtet werden, da das Bauwerk für den Nutzer einen Nutzen stiften soll. Aus der Perspektive einzelner Beteiligter in der Wertschöpfungskette können jedoch zusätzlich die jeweiligen Auftraggeber, wie z.B. der Bauherr, der nicht immer zugleich der Nutzer ist, Bauunternehmen oder Planungsbüros als Kunden identifiziert werden. Auch die Gesellschaft, die häufig von Bauwerken mittelbar oder unmittelbar betroffen ist, kann je nach Perspektive als Kunde betrachtet werden.¹⁵

Eine wesentliche Aufgabe besteht somit darin, nach der Identifikation des Kunden den Wert, den das betrachtete Produkt für ihn darstellt, möglichst genau zu erfassen. Hierbei muss spezifiziert werden, welche konkreten Anforderungen in qualitativer und terminlicher Hinsicht an ein Produkt gestellt werden und welchen Preis der Kunde bereit ist, für die Erfüllung dieser Anforderungen zu bezahlen. Der Wert eines Produkts kann nicht objektiv festgelegt werden, sondern bildet sich durch die subjektive Wahrnehmung des Nutzers bzw. Kunden ab.¹⁶

2.2.2 Identifikation des Wertstroms

Unter Wertstrom werden alle erforderlichen spezifischen Tätigkeiten verstanden, um ein bestimmtes Produkt oder eine Dienstleistung durch die drei Managementaufgaben Produktentwicklung, Informationsmanagement sowie die Transformation von Vorleistungen bis zum Endprodukt in den Händen des Kunden zu führen.¹⁷

¹⁵ (Bertelsen und Emmitt 2005)

¹⁶ (Woodruff 1997)

¹⁷ (Womack und Jones 2003)

Die Fokussierung auf den Wertstrom verlagert den Blick von der Orientierung an Ergebnissen hin zur Orientierung an Prozessen.¹⁸ Bei der Ergebnisorientierung werden Fehler bzw. Mängel üblicherweise im Rahmen der Endabnahme durch die Qualitätssicherung geprüft und Fehlerquellen im Nachhinein lokalisiert.¹⁹ Die Prozessorientierung hingegen ermöglicht es, den Kundenwert mit möglichst wenig Verschwendung zu generieren. Im Rahmen der Orientierung an Prozessen können nicht wertschöpfende Tätigkeiten besser und frühzeitiger erkannt und ggf. eliminiert werden.

Eine wesentliche Methode stellt hierbei die Wertstrom-Analyse bzw. das Value Stream Mapping dar, mit deren Hilfe Prozesse visualisiert und analysiert werden können. Im Rahmen der Analyse werden die Anzahl und Dauern der Prozesse, Ausfallwahrscheinlichkeiten und die Mengen an zu produzierenden Einheiten erfasst. Hiermit lassen sich die Durchlaufzeiten der Produkte berechnen. Je niedriger die Durchlaufzeit ist, umso besser wird der Prozessablauf bewertet. Anhand der Wertstrom-Analyse werden Wartezeiten und Zeiten, in denen keine Wertschöpfung erfolgt, ersichtlich und können eliminiert werden. Wertschöpfende Prozesse können hingegen optimiert werden, wobei zu beachten ist, dass dies nur dann sinnvoll ist, wenn der Gesamtprozess und das Produkt positiv beeinflusst werden. Weitere Erläuterungen zur Wertstrom-Analyse und zum Wertstrom-Design finden sich in Kapitel 0.

2.2.3 Fluss-Prinzip

Nach der Identifikation und Analyse des Wertstroms und der Beseitigung nicht wertschöpfender Tätigkeiten besteht ein wichtiger Grundsatz im Lean Management darin, die wertschöpfenden Tätigkeiten „fließen“ zu lassen. Dieser Grundsatz wird als Fluss-Prinzip bezeichnet. Damit ist gemeint, dass die Arbeit an einem Produkt möglichst gleichmäßig ohne Wartezeiten an den einzelnen Arbeitsstationen erbracht wird. Damit ist zugleich verbunden, dass möglichst kleine Losgrößen, idealerweise nur ein einzelnes Produkt (One-Piece-Flow), entlang der Wertschöpfungskette verarbeitet werden.

Die Aufgabe der Fluss-Planung besteht darin, die Prozesse in eine optimale Reihenfolge zu bringen und anschließend miteinander zu synchronisieren. Ziel ist ein kontinuierlicher Ablauf, bei dem unnötige Zwischenlager und Puffer sowie Engpässe erkannt und beseitigt werden, da sie längere Durchlaufzeiten zur Folge haben. Außerdem werden Schwankungen ausgeglichen.

Eine Herausforderung besteht darin, dass das Fluss-Prinzip der Intuition der meisten Menschen nicht zu entsprechen scheint, da die Annahme vorherrscht, dass die Organisation der Arbeit in Stapeln und somit großen Losgrößen zu einer höheren Effizienz führt. In der Praxis spiegelt sich dies in einem ausgeprägten „Abteilungs- bzw. Silo-Denken“ wider: einzelne Abteilungen bzw. Or-

¹⁸ (Gehbauer 2006)

¹⁹ (Gehbauer 2006)

ganisationseinheiten optimieren die Effizienz der eigenen Ressourcen, wodurch die Optimierung des Gesamtprozesses mit dem Fokus auf die Wertschöpfung für den Kunden in den Hintergrund rückt.

Eine besondere Herausforderung ergibt sich bei der Planung und Realisierung von Bauvorhaben dadurch, dass die Einzelleistungen in der Regel von vielen einzelnen Projektbeteiligten erbracht werden. Das bedeutet, dass das „Silo-Denken“ nicht nur abteilungsübergreifend innerhalb eines Unternehmens vorherrscht, sondern unternehmensübergreifend überwunden werden muss. Daher spielen bei der Anwendung der Prinzipien des Lean Management im Bauwesen Modelle integrierter Projektabwicklung eine ausgesprochen wichtige Rolle, um Kollaboration und aktive Zusammenarbeit zwischen den Beteiligten zu ermöglichen, um das skizzierte „Silo-Denken“ zu überwinden.²⁰

2.2.4 Pull-Prinzip

Das Pull-Prinzip besteht darin, dass die Produktion eines Produkts erst durch den konkreten Bedarf eines Kunden ausgelöst wird. Das Produkt wird somit durch die Produktion „gezogen“, nachdem der Impuls für die Produktion vom Kunden ausgegangen ist. Die Steuerung der Wertschöpfung orientiert sich somit am Bedarf. Dies betrifft auch interne Kunden, bei denen ebenfalls ein konkreter Bedarf oder zuvor festgelegte Mindestbestände den Impuls für die Produktion geben. Das Pull-Prinzip ist somit auch für unternehmensinterne Prozessabfolgen anwendbar.

Da der Kundenwert im Fokus steht, ermöglicht das Pull-Prinzip, dass die Kundenbedürfnisse weitgehend individuell berücksichtigt und umgesetzt werden können. Dies liegt darin begründet, dass nicht für eine anonyme Nachfrage produziert wird. Dadurch, dass die Produktion mit einem konkreten Auftrag beginnt, kann Überproduktion eliminiert bzw. reduziert werden. Durch die Abstimmung der einzelnen Prozesse aufeinander wird die Lagerbildung an einzelnen Stationen vermieden und Wartezeiten werden minimiert.

In der verbreiteten Push-Planung hingegen produziert ein Unternehmen auf Basis von Absatz- und Marktanalysen und fertigt ein bestimmtes Produkt an, das nur in geringem Maße auf die Kundenbedürfnisse angepasst werden kann.²¹

Im Bauwesen ist aufgrund der vorherrschenden Auftragsfertigung in vielen Fällen ein konkreter Kundenbedarf üblicherweise der Ausgangspunkt der Produktion. Dennoch wird häufig die Durchführung der Planungs- und Ausführungsleistungen nach dem Push-Prinzip geplant und gesteuert. Im Rahmen einer Pull-Planung werden jedoch ausgehend vom geplanten Endtermin die einzelnen Tätigkeiten rückwärts geplant und aufeinander abgestimmt.

²⁰ Vgl. hierzu die Ausführungen in Kapitel 4.

²¹ (Kalsaas, Skaar und Thorstensen 2015)

2.2.5 Streben nach Perfektion/Kontinuierliche Verbesserung

Die zuvor genannten Prinzipien im Lean Management werden durch das fünfte Prinzip des „Strebens nach Perfektion“ vervollständigt.

Dabei ist den Handlungsträgern bewusst, dass ein Zustand der Perfektion im strengen Sinne des Wortes niemals erreicht werden kann.²² Vielmehr wird hier zum Ausdruck gebracht, dass eine wichtige Aufgabe darin besteht, diesen Zustand der Perfektion durch eine bestimmte Haltung anzustreben. Diese Haltung drückt sich dadurch aus, dass alle Mitarbeiter in einem Unternehmen kontinuierlich bestrebt sind, durch kleine Schritte der Verbesserung den aktuellen Zustand Schritt für Schritt zum Besseren zu verändern. Durch ständiges Hinterfragen und Anpassen sollen in kleinen Schritten Fehler erkannt und korrigiert, Verschwendung eliminiert und die Abläufe verbessert werden. Dieses Streben nach Verbesserung ist auch als Kontinuierliche Verbesserung von Prozessen (KVP) oder Kaizen (Japanisch für Kai = „Veränderung“ und Zen = „zum Guten“) bekannt.

Es ist zu beachten, dass dieser Prozess nicht nur einmalig durchgeführt werden soll, sondern als Philosophie im Unternehmen implementiert und von allen Mitarbeitern gelebt werden muss. Die Entwicklung einer solchen Haltung muss top-down durch das Management initiiert und vorgelebt werden. Das Prinzip ist dann umgesetzt, wenn jeder einzelne Mitarbeiter diese Haltung annimmt und in seiner täglichen Arbeit kontinuierlich an Verbesserungen arbeitet.

Um Verschwendung nachhaltig eliminieren zu können, müssen die einzelnen umgesetzten Verbesserungsschritte zunächst stabilisiert und anschließend standardisiert werden.²³ Hieran können sich in weiteren Stufen neue Prozessverbesserungen anschließen. Dies kann beispielsweise durch den sogenannten PDCA-Zyklus geschehen (vgl. Abbildung 2). Dieses Akronym steht für Plan-Do-Check-Act.

²² (Womack und Jones 2003)

²³ (Liker, Meier und Braun 2011)

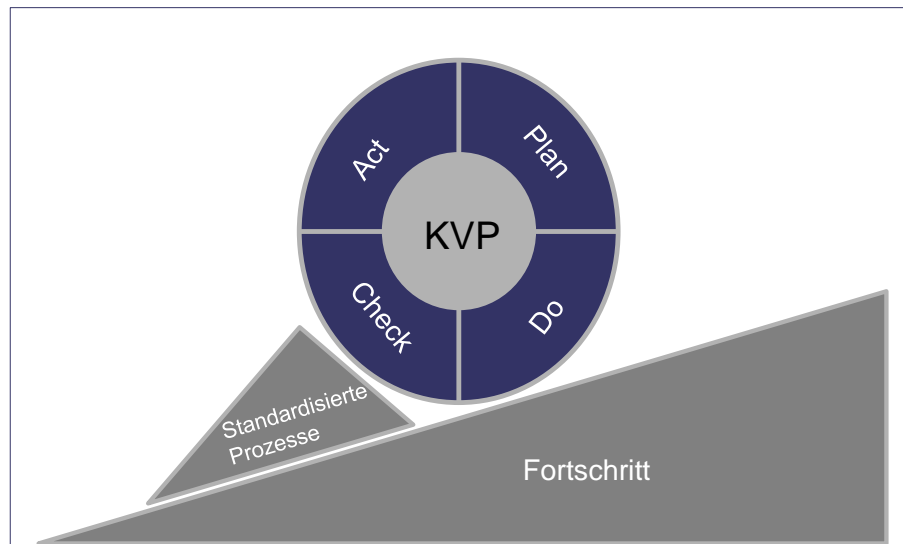


Abbildung 2: PDCA-Zyklus

Der PDCA-Zyklus beinhaltet die Planung eines Prozesses, der den Ist-Zustand, Verbesserungspotentiale und den Soll-Zustand berücksichtigt. In der Umsetzungsphase wird im kleinen Maßstab das neue Konzept erprobt. Der Erfolg wird anschließend überprüft und ggf. allgemein eingeführt. Bei positivem Ergebnis wird der Prozess in weiteren Bereichen umgesetzt, als Standard festgesetzt und anschließend regelmäßig überprüft. Auf diese Weise werden kleine Verbesserungsmaßnahmen langfristig als Standard im Unternehmen implementiert.

2.3 Verschwendung und Verschwendungsarten

Die Anwendung der zuvor genannten Prinzipien des Lean Management hat zur Folge, dass Verschwendung in den einzelnen Prozessen eliminiert bzw. reduziert wird und dadurch der Wert für den Kunden maximiert wird.

Im Lean Management wird der Begriff Verschwendung (japanisch: Muda) für alles verwendet, was aus Sicht des Kunden nicht zur Wertschöpfung beiträgt. Unter Muda wird somit jede Aktivität verstanden, die Ressourcen verbraucht, also Kosten verursacht, aber keinen Wert erzeugt.²⁴

Die Fähigkeit Verschwendung in einem Produktionsprozess zu erkennen, gehört zu der wesentlichen Voraussetzung zur Entwicklung einer Lean Management-Philosophie in Organisationen. Um dies zu erleichtern, können verschiedene Arten der Verschwendung differenziert werden:

1. Überproduktion
2. Wartezeiten
3. Transporte

²⁴ (Zollondz 2013)

4. Unnötige Bearbeitung
5. Lagerbestände
6. Ineffiziente Bewegungsabläufe
7. Mängel/Fehler²⁵
8. Ungenutztes Potential von Mitarbeitern²⁶

Weitere Autoren haben diesen Verschwendungsarten zusätzliche Kategorien hinzugefügt. Die zuvor genannten Verschwendungsarten werden im Folgenden kurz erläutert:

Überproduktion wird durch zu große Produktionsmengen ausgelöst, die nicht dem Kundenbedarf entsprechen. Dies geschieht bei einer zur geringen Abnahme durch interne oder externe Kunden oder um die Maschinenauslastung kurzzeitig zu erhöhen. Diese Form der Verschwendung bedingt zum Teil weitere Verschwendungsarten, wie beispielsweise Lagerbestände.

Lagerbestände können neben der Überproduktion durch einen schlecht abgestimmten Prozessablauf, lange Rüstzeiten oder eine schlechte Absatzplanung hervorgerufen werden. Problematisch hieran ist, dass damit eine hohe Kapitalbindung verbunden ist und eine potentielle Wertminderung der gelagerten Produkte entstehen kann.

Innerhalb von **Wartezeiten** findet keine wertschöpfende Aktivität statt. Wartezeiten können durch eine schlechte Taktung der Prozesse oder verzögerte Materiallieferungen hervorgerufen werden. Hierunter leiden sowohl die Durchlaufzeit des Gesamtprozesses als auch die Mitarbeitermotivation.

Mängel bzw. Fehler führen zum Ausschuss eines Produkts oder können Nacharbeit erzeugen und beziehen sich auf die mangelnde Qualität eines Produkts. Diese Art der Verschwendung ist am leichtesten zu entdecken. Sie führt zu Verzögerungen der Auftragsabwicklung und kann bei zu später Entdeckung auch Mangelfolgekosten und Imageschäden zur Folge haben.

Transporte, unnötige Bearbeitung und ineffiziente Bewegungsabläufe leisten keinerlei direkte Wertschöpfung und sollten deshalb soweit wie möglich vermieden werden. Besonders die unnötige Bearbeitung kann durch verbesserte Prozessabläufe vermieden werden.

Verschwendung kann des Weiteren durch **ungenutztes bzw. brachliegendes Potential von Mitarbeitern** auftreten, indem deren Ideen, Impulse oder Fähigkeiten, die zur Verbesserung von Prozessen führen könnten, keine Berücksichtigung finden.²⁷

²⁵ Die Verschwendungsarten 1 bis 7 sind auf (Ohno 1988) zurückzuführen.

²⁶ Die achte Verschwendungsart wurde von (Liker 2004) ergänzt.

²⁷ (Liker 2004)

Verschwendung (Muda) kann in einen verdeckten und einen offensichtlichen Teil unterschieden werden.²⁸ Gelegentlich wird auch von unvermeidbarer und vermeidbarer Verschwendung gesprochen. Die verdeckte Verschwendung, beispielsweise die Umrüstung einer Maschine, ist dabei nicht direkt zu vermeiden, kann unter Umständen aber minimiert werden.²⁹ Diese Art von Verschwendung erzeugt keinen direkten Wert, ist im Rahmen der Produktion aber erforderlich; sie wird auch als „Muda Typ I“ bezeichnet.³⁰ Die offensichtliche Verschwendung ist jedoch vollständig vermeidbar und sollte hingegen sofort entfernt werden.³¹ Diese Art der Verschwendung wird auch als „Muda Typ II“ bezeichnet.³² Beispielsweise handelt es sich dabei um unnötige Suchvorgänge oder Transportwege.³³

Neben der Verschwendung (Muda) gilt es zusätzlich Unausgeglichenheit (Mura) und Überbeanspruchung (Muri) zu vermeiden.³⁴ Die Unausgeglichenheit bezieht sich auf Abweichungen von der optimalen Produktion in Form von schlechter Abstimmung von Bedarf und Nachfrage. Mit Überbeanspruchung sind Überlastungen von Mensch und Maschine und eine daraus resultierende mangelnde Reaktion auf Veränderung gemeint. Muda, Mura und Muri beeinflussen sich gegenseitig. Für den Unternehmenserfolg ist es deshalb elementar, die Verschwendung, die Unausgeglichenheit und die Überbeanspruchung im Kontext zu betrachten.

2.4 Visuelles Management

Im Rahmen der Umsetzung der fünf Prinzipien des Lean Thinking hat sich herausgestellt, dass Methoden zur Visualisierung von Strukturen, Prozessen und Kennzahlen sehr wirkungsvoll sind und die Implementierung sehr stark unterstützen können. Der Einsatz dieser Methoden wird als visuelles Management bezeichnet. Prozesse und Strukturen werden dadurch für alle Projektbeteiligten transparent und können von ihnen auf einer gemeinsamen Basis diskutiert werden. Durch Visualisierung können Verschwendungen durch fehlendes Verständnis oder fehlgeleitete Kommunikation reduziert werden.

Visualisierung unterstützt das Verständnis und damit die Abarbeitung anstehender Aufgaben durch die bildliche Darstellung der Aufgabe selbst und des mit der Aufgabe in Zusammenhang stehenden Kontexts. Abbildung 3 zeigt eine Planungstafel, auf der alle Gewerke die von ihnen auszuführenden Arbeitsschritte planen und für alle sichtbar festhalten.

²⁸ (Balsliemke 2015)

²⁹ (Balsliemke 2015)

³⁰ (Womack und Jones 2013)

³¹ (Balsliemke 2015)

³² (Womack und Jones 2013)

³³ (Balsliemke 2015)

³⁴ (Töpfer 2009)



Abbildung 3: Visualisierung von Prozessen an Planungstafeln³⁵

Am Beispiel der Anwendung von Building Information Modeling (BIM)³⁶ kann die Wirkungsweise von visuellem Management wie folgt erläutert werden: Im Rahmen der Arbeit mit Bauwerksinformationsmodellen kann z.B. die einzelne Aufgabe bestimmten Bauteilen und/oder Teilmodellen im Modell zugeordnet werden. Jeder Aufgabe wird stets ein bestimmter Status zugeordnet, der durch den fachlichen Koordinator auch geändert werden kann. So ist ein Status wie „gestartet“, „in Arbeit“, „gestoppt“ oder „vollendet“ denkbar. Entsprechend einem vorher definierten Workflow kann durch den Koordinator der Status aktiv geändert werden.

Indem der Kontext exakt beschrieben wird, ermöglicht dies der überwachenden Stelle quasi ein „virtuelles Gemba“ (d.h. eine Prozessoptimierung vor Ort). Der Koordinator kann sich den Kontext der Aufgabe und damit auch Restriktionen und Problembereiche exakt vorstellen.

Um die abzuarbeitenden Aufgaben zunächst innerhalb des Modells zuzuordnen, ist eine kurzzyklische, interaktive Planung erforderlich. Sinnvoll ist die Zuordnung der Aufgaben, die gemäß dem Wertstrom in naher Zukunft erforderlich sind.

Im Weiteren sind kurzzyklische Kontrollen hinsichtlich der Beurteilung, welche Aufgaben bis zu welchem Leistungsstand erfüllt worden sind, möglich. Hier ist ein automatisches Monitoring nicht

³⁵ (KTC – Karlsruhe Technology Consulting GmbH)

³⁶ Vgl. Kapitel 9.2

erfüllter Aufgaben denkbar. Darüber hinaus kann kurzzyklisch steuernd eingegriffen werden, indem die Gründe mit den Ausführenden besprochen werden. Insofern erleichtert die Visualisierung das Management anstehender Aufgaben. Die Bauprojektbeteiligten haben damit über tägliche Besprechungen im Big Room³⁷ einen tagesaktuellen Überblick über den Status ihrer zugesagten und zu leistenden Aufgaben. Wenn Bauprojektbeteiligte mit tragbaren Geräten jederzeit auf die Visualisierung zugreifen können, erleichtert ihnen dies die Abarbeitung und die Rückmeldung der erledigten Aufgaben vor Ort. Bei Zugang zu Visualisierungssoftware können z.B. durch die Bauleiter (oder auch durch den späteren Nutzer) ein Mangel gemeldet, ein Mangelschreiben digital erstellt und so die erforderliche Mangelbeseitigung unter Zuordnung des Mangelortes ausgelöst sowie deren Abarbeitung zurückgemeldet werden. Wenn das Visualisierungssystem mit der Lieferkette gekoppelt ist, können Logistik-Vorgänge dem Pull-Prinzip entsprechend erst bei Bedarf ausgelöst werden.

2.5 Anwendung der Prinzipien des Lean Management im Bauwesen

Die wesentlichen Prinzipien der Lean Management-Philosophie wurden sukzessive in der stationär produzierenden Industrie, hier insbesondere in der Automobilbranche, entwickelt. Nachdem sich hieraus ein Management-Ansatz herauskristallisierte, der auf jegliche Leistungserstellungsprozesse übertragbar ist, lag es somit nahe, die Prinzipien des Lean Thinking auf das Bauwesen zu übertragen. Lean Construction bedeutet die Übertragung dieser Philosophie auf die Bau- und Immobilienwirtschaft. Diese Übertragung der Lean Production-Methoden auf die Bau- und Immobilienwirtschaft wurde 1992 durch Koskela³⁸ gefordert. Der Begriff Lean Construction wurde 1993 auf dem ersten Treffen der International Group of Lean Construction (IGLC) geprägt.³⁹ Seitdem werden vermehrt Methoden und Werkzeuge, die ihren Ursprung in der stationären Industrie haben, gezielt auf Planungs- und Bauprozesse angepasst und angewandt. Zudem werden zunehmend Methoden und Werkzeuge entwickelt, die speziell auf das Bauwesen ausgerichtet sind. Hierzu ist in der Bau- und Immobilienwirtschaft eine Neu-Organisation der bisherigen Prozesse und Arbeitsweisen erforderlich.

³⁷ Vgl. Kapitel 8.2

³⁸ (Koskela 1992)

³⁹ (Ballard und Howell 2003)

3 Lean Transformation und Entwicklung einer „Lean Kultur“

3.1 Einleitung

Ziel dieses Kapitels ist es, die Grundsätze und Herangehensweisen zu identifizieren und zu beschreiben, die als Kulturtechniken der Umsetzung des Lean Management-Ansatzes dienen. Weiterhin sollen Querbeziehungen in Form von Synergien, aber auch mögliche Konfliktpotentiale zwischen den einzelnen Herangehensweisen beschrieben werden.

Nachfolgend werden zunächst die Grundlagen des Change Managements zur Veranschaulichung von Transformations- bzw. Veränderungsprozessen in Unternehmen im Allgemeinen erläutert. Der Weg hin zur Etablierung einer „Lean Kultur“ wird anschließend als „Lean Transformation“ im Besonderen beschrieben.

3.2 Change Management

Change Management lässt sich als Bewältigungsstrategie für Veränderungsprozesse begreifen. Die Beachtung der Erkenntnisse des Change Managements ist für Lean Construction deswegen so fundamental, weil die Implementierung von Lean Construction eine wesentliche Veränderung in der Kultur und den Prozessen der implementierenden Organisation bedingt. Dabei kann aus bisherigen Erfolgen und Fehlern des Change Managements für die Implementierung von Lean Construction gelernt werden.

Allerdings ist zu beachten, dass die Bau- und Immobilienwirtschaft einige organisatorische und kulturelle Besonderheiten aufweist, wie z.B. das interdisziplinäre temporäre Zusammenarbeiten verschiedener Teams im Projekt. Aus diesem Grunde sollten Erkenntnisse des Change Managements aus anderen Bereichen nicht einfach kopiert, sondern auf die Bau- und Immobilienwirtschaft transformiert werden.

Change Management wird als Maßnahme zur Initiierung und Umsetzung neuer Strategien, Strukturen, Systeme und Verhaltensweisen verstanden.⁴⁰ Dies ist von Bedeutung, da die Einführung von Lean Management auf einem Paradigmenwechsel basiert. Eine der wesentlichen Grundlagen von Lean Management ist es, dass der Blick primär auf den Kunden gelenkt wird und dahingehend alle Prozesse innerhalb der Organisation angepasst und ausgerichtet werden. Infolge dieser elementaren Änderung der Blickrichtung ist eine Verhaltens- und Strukturänderung notwendig. Dementsprechend spielt das Change Management bei einer Implementierung von Lean

⁴⁰ (Gattermeyer 2001)

Management – baubezogen Lean Construction – und dessen Prinzipien, Methoden und Werkzeugen eine entscheidende Rolle.

Es existiert eine Vielzahl von theoretischen Modellen bezüglich Change Management. Das von Kurt Lewin im Jahr 1951 entwickelte Drei-Phasen-Modell ist das wohl bekannteste und bildet ferner die Grundlage für Weiterentwicklungen neuer sozialer Veränderungsmodelle. Lewins Grundidee basiert auf der Vorstellung eines Kräftefeldes aus der Physik. Demnach stehen sich zwei Formen von Kräften gegenüber: zum einen Kräfte, die auf einen Wandel drängen (akzelerierende Kräfte), und zum anderen Kräfte, die einen Widerstand bezüglich des Wandels darstellen (retardierende Kräfte). Für das Existieren einer Organisation bedarf es eines Gleichgewichts. Darüber hinaus erfolgt keinerlei Wandel, sobald die retardierenden Kräfte überwiegen. Um einen Wandel der Organisation zu ermöglichen, ist ein zwischenzeitliches Ungleichgewicht zugunsten der akzelerierenden Kräfte erforderlich.⁴¹

Die erste Phase des Modells stellt das „Auftauen“ (Unfreezing) dar. Ziel dieser Phase ist es, Motivation für die Veränderung zu wecken und das Gleichgewicht der Kräfte vorerst aufzulösen. In der zweiten Phase findet der eigentliche Veränderungsprozess statt (Moving). In der dritten und letzten Phase erfolgt das „Einfrieren“ (Refreezing). Hierbei wird nach Vollzug der Veränderung das Kräftegleichgewicht infolge einer Stabilisierung und Integration der Veränderung erneut hergestellt.⁴²

Kotter und Cohen, die das Drei-Phasen-Modell nach Lewin als Basis nutzten, erarbeiteten Schritte und Aktivitäten, die abzuleisten sind, um einen Wandel innerhalb der Organisation zu ermöglichen und fassten diese in ihrem Acht-Schritte-Modell zusammen.⁴³ Die Schritte zur Wandlung einer Organisation sind demnach im Einzelnen:

1. Ein Gefühl der Dringlichkeit erzeugen,
2. eine Führungskoalition aufbauen,
3. eine Vision des Wandels entwickeln,
4. die Vision des Wandels kommunizieren,
5. Hindernisse aus dem Weg räumen,
6. kurzfristige Ziele festsetzen,
7. Erfolge konsolidieren und weitere Veränderungen ableiten und
8. Veränderungen in der Unternehmenskultur verankern.

Eines haben alle Modelle des Change Managements gemeinsam: Das Individuum, egal ob es der Veränderung zugewandt ist oder Widerstand gegenüber der Veränderung initiiert, wird in den

⁴¹ (Lauer 2010; Lewin 1947)

⁴² (Lauer 2010; Lewin 1947)

⁴³ (Kotter 2009; Kotter und Cohen 2002; Kotter 1996)

Fokus gestellt. Ein Einbeziehen der Mitarbeiter und aller Individuen einer Organisation ist für einen erfolgreichen und nachhaltigen Wandel unabdingbar.

3.3 Lean Transformation

3.3.1 Einleitung

Wie zuvor erwähnt, stellt die Einführung von Lean Thinking einen Transformationsprozess dar, d.h. die Organisation ist umzuformen bzw. umzugestalten (lat. transformare). Ziel dieser Umgestaltung ist es, bei allen Beteiligten in der Organisation eine Haltung der Kundenorientierung, der kontinuierlichen Verbesserung und des Respekts für die Menschen zu kultivieren und hierdurch die Organisation schlank, d.h. effizient, zu gestalten. Somit kann man unter Lean Transformation den Einsatz und die Fortentwicklung von Methoden verstehen, die einem Unternehmen einen Vorteil durch tiefgreifenden kulturellen Wandel hin zur schlanken Organisation verschaffen. Dabei müssen die Wertschätzung und der Respekt für die Menschen in den Vordergrund gestellt werden.

Häufig wird unter Lean Production die Fertigung von Industrieerzeugnissen bei weitgehender Einsparung von Arbeitskräften, Kosten und Material (z.B. durch Automation) und unter Lean Management eine Unternehmensführung nach einem Konzept, das auf die zielgerichtete Gestaltung der wirtschaftlichen Aktivitäten und den Abbau unnötiger Kosten ausgerichtet ist, verstanden. Eine solche verengte Betrachtungsweise blendet wesentliche Grundsätze von Lean Management aus. Lean Transformation ist der Prozess der Umgestaltung der Organisation zur Anwendung der Grundsätze von Lean Thinking mittels Veränderung der Unternehmenskultur.

Lean Transformation bedeutet dabei nicht, Kosten zu sparen oder Kosten um jeden Preis zu senken. Lean Management verfolgt vielmehr das größere Ziel der Erhöhung der Wertschöpfung für den Kunden. Eine höhere Effizienz ist hierbei Mittel zum Zweck, wobei absolute Effizienz niemals erreicht wird, sondern immer ein Bemühen um ein Besserwerden im Vordergrund steht. Die Bereitschaft zu kontinuierlicher Verbesserung ist somit eine Grundvoraussetzung für eine gelungene Lean Transformation.

Ansatzpunkt für den Beginn der Lean Transformation ist – für jedes Unternehmen und für jedes Projekt – die Beantwortung mindestens der folgenden Fragen:

- Warum wollen wir uns verändern?
- Wie arbeiten wir zurzeit?
- Wie entwickeln wir Fähigkeiten?
- Welche Führungsqualitäten und Managementsysteme sind vorhanden?
- Welche Grundeinstellungen, Denkweisen oder Kompromisse existieren?

Dabei sollte das „Wir“ in den oben genannten Fragen als zentraler Aspekt verinnerlicht werden. Denn zum einen muss die Lean Transformation intrinsisch motiviert sein, d.h. möglichst sämtliche Mitglieder der Organisation müssen eine Bereitschaft zum Wandel zeigen, weil sie von persönlichen Vorteilen aus der Transformation der Organisation überzeugt sind. Zum anderen muss die Lean Transformation aber auch von der Führungsebene überzeugend in die Organisation getragen werden. Neben dem Commitment des Top-Managements zur Einführung der Transformation ist eine vorbildhafte Umsetzung der Lean Prinzipien während des Transformationsprozesses seitens der Führungsebene unabdingbar.

Eine gut umgesetzte Lean Transformation kann zu folgenden positiven Effekten in der Organisation von Unternehmen und Projekten führen:

- Optimierung von Prozessen,
- Automatisierung der Fertigung,
- Neuausrichtung der Organisation,
- Abbau kultureller Barrieren,
- Qualifikation der Mitarbeiter,
- Etablierung neuer Technologien.

Richtig angewendet betrifft Lean Transformation das gesamte Unternehmen und wirkt nachhaltig auf die Unternehmenskultur. Bezogen auf eine Projektumsetzung sollte Lean Transformation alle Projektpartner mit einbinden.

Die konsequente Umsetzung von Lean Transformation hat das Potential, die Effizienz der Organisation(en) zu steigern, da grundlegende Denkweisen im Unternehmen bzw. unter den Projektbeteiligten hinterfragt, überdacht und wenn notwendig geändert werden.

Es kommt jedoch auch vor, dass Lean Management-Ansätze scheitern. Zunächst besteht die Gefahr, dass im Rahmen der Lean Transformation eine extreme Verschlankung die Handlungsfähigkeit der verschlankten Organisation beeinträchtigt.

Noch wesentlicher erscheint das Risiko, dass Glaubenssätze, die im jeweiligen Unternehmen vorherrschen, der Lean Transformation entgegenstehen. Jedes Unternehmen hat im Laufe seiner Geschichte tief verwurzelte Glaubenssätze entwickelt, die in vielen Fällen nicht nur nicht publik gemacht werden, sondern die (auch nur unbewusst) gelebt werden. Diese Glaubenssätze müssen seitens der Führungsebene überzeugend verändert werden. Für jede Veränderung werden zwingend eine neue Denkweise (Mindset) und ein oder mehrere Werkzeuge (Toolset) benötigt. Wenn eines von beiden fehlt, kann die Veränderung nicht überzeugend umgesetzt werden.

Betrachtet man daher Lean Construction nur auf die Baustelle fokussiert, so birgt diese Vorgehensweise das Risiko, die notwendigen grundlegenden Änderungen der Unternehmensstruktur

zu übersehen. Es ist daher zwingend notwendig, zunächst die Denkweise im Unternehmen oder Projekt zu hinterfragen und erst dann die (richtigen) Werkzeuge auf Teilprozesse anzuwenden.⁴⁴

Lean Transformation fußt auf vier wesentlichen Grundsätzen, die möglichst alle Projektbeteiligten als einzuhaltende Randbedingungen bei der Unternehmensgestaltung oder Projektabwicklung verinnerlicht haben sollten. Diese sind Transparenz, Vertrauen, Kommunikation und Kollaboration und werden nachfolgend im Einzelnen näher betrachtet.

3.3.2 Transparenz

Transparenz kann definiert werden als die Fähigkeit von Außenstehenden, ein System im Einsatz zu sehen, seine Logik zu verstehen und dessen Leistung zu überprüfen⁴⁵. In einfachster Form kann die Transparenz als Prozess-Sichtbarkeit definiert werden. Im Kontext von Lean Management wird Transparenz als eine Fähigkeit gesehen, die es allen Projektbeteiligten ermöglicht, innerhalb eines Systems alles zu sehen und Wege, um Wert zu generieren, einfach zu finden. Mithin stellt Transparenz eine wichtige Grundlage für das Streben nach Perfektion dar.⁴⁶

Transparenz kann im Hinblick auf die Funktionen Versorger, Förderer und Befähiger betrachtet werden:⁴⁷

Transparenz dient erstens als *Versorger* von eindeutigem Verständnis über verschiedene Aspekte hinsichtlich Status, Problemen, Verantwortlichkeiten und Abhängigkeiten. Das heißt, dass die Projektbeteiligten in die Lage versetzt werden, die aktuelle Position eines Arbeitsumfeldes bzw. eines Prozesses zu erkennen und zu verstehen. Ferner ist es ihnen möglich, ihre Problem-bereiche und Fehler im Prozess schnell und einfach zu identifizieren und ihre Rolle und die dazugehörigen Verantwortlichkeiten zu begreifen. Gleichermaßen wird ein Verständnis generiert, in welcher Form die Projektbeteiligten Einfluss auf andere nehmen und umgekehrt.

Transparenz ist zweitens *Förderer* von Verständnis, Feedback, Kommunikation und Verbesserung. Das heißt, die Projektbeteiligten sind fähig, die Effizienz des Prozesses zu bewerten. Ebenso ist eine Feststellung möglich, ob ihr Handeln folgerichtig ist. Hinsichtlich der Kommunikation werden den Projektbeteiligten Werkzeuge zur Verfügung gestellt, die ihnen eine effiziente Kommunikation erlauben. Bezüglich der Verbesserung können einzelne Methoden zur Verschwendungseliminierung und zur Wertsteigerung ermittelt werden.

⁴⁴ (KPMG AG 2017; Breyter 2017; Brandes et al. 2014; Balle 2014; Foer 2012; Rother und Shook 2009; Shook 2008; Liker, Meier und Braun 2011; siehe hierzu auch Lars Vollmer, *Worauf es bei Lean Transformation wirklich ankommt* <https://www.youtube.com/watch?v=hE0agWE0H74>, abgerufen am 29.Juni 2017)

⁴⁵ (Womack, Jones und Roos 1991)

⁴⁶ (Klotz und Horman 2007; Womack und Jones 2003)

⁴⁷ (Klotz und Horman 2007; Gehbauer und Kirsch 2006; Bauch 2004)

Transparenz ist drittens *Befähiger* der Entscheidungsfindung. Das heißt, dass allen Projektbeteiligten Werkzeuge zur Verfügung gestellt werden, die eine zielgerichtete Entscheidungsfindung basierend auf dem Gesamtprozessverständnis herbeiführen.

Transparenz kann durch Prozessanalysen geschaffen und durch kooperative Planungen erhöht werden. Ebenso ermöglichen kurzzyklische öffentliche Messungen von Leistungen Transparenz gegenüber allen Projektbeteiligten und lassen somit ein rechtzeitiges Handeln zu. Eine schnelle Reaktionsfähigkeit des Systems wird erreicht. Durch diese transparenten Soll-Ist-Vergleiche und die Leistungsbewertungen wird die Eigenverantwortlichkeit der Mitarbeiter gestärkt, was zu einer Motivationssteigerung führen kann.⁴⁸

Hinsichtlich der Entwicklung und Implementierung von Methoden und Werkzeugen, die die Transparenz ermöglichen oder erhöhen sollen, stellen das Shopfloor Management und die Andon-Ansätze des Toyota-Produktionssystems Orientierungspunkte dar. Weiterhin wird die zunehmende Digitalisierung eine entscheidende Rolle zur Generierung von Transparenz spielen.

Transparenz stellt demnach einen entscheidenden Erfolgsfaktor hin auf dem Weg zur Perfektion dar. Ein gemeinsames Lernen wird nur im Umfeld der Transparenz erreicht. Prozesse sind nicht selbstlernend, sondern nur durch die darin integrierten Menschen umsetzbar.⁴⁹ Hierbei besteht jedoch auch die Herausforderung, dass die Prozessbeteiligten Schwach- und Problemstellen aufweisen. Transparenz kann durch Offenlegung dieser Problemstellen helfen, die Problembereiche anzugehen, ohne jedoch sanktionierende Wirkungen nach sich zu ziehen. Dabei muss Transparenz auf allen Unternehmensebenen gewährleistet sein, insbesondere Führungsprozesse dürfen sich dem Transparenzgedanken nicht verschließen.

3.3.3 Vertrauen

Transparenz ist eine wesentliche Grundlage von Vertrauen; schließlich äußert sich Transparenz darin, dass eigene Informationen nicht zum Nachteil anderer oder zur eigenen Absicherung zurückgehalten werden. Intransparenz fördert dagegen das Misstrauen in andere Organisationseinheiten oder Personen.

In diesem Zusammenhang lässt sich Vertrauen als ein psychologischer Zustand beschreiben, der die Absicht beinhaltet, eigene Verwundbarkeit zu akzeptieren, weil man an die Absichten und das Verhalten des Anderen positive Erwartungen hat.

⁴⁸ (Schuh 2013)

⁴⁹ (Gehbauer 2006)

Somit ist Vertrauen ein Zustand. Vertrauen ist keine Aktion und ist somit nicht gleichbedeutend mit Kooperation oder Kollaboration.⁵⁰ Kooperation benötigt kein Vertrauen, sie kann auch durch Zwänge auferlegt werden. Kollaboration kann dagegen nicht erzwungen werden, sondern ist intrinsisch motiviert. Sowohl Kooperation als auch Kollaboration werden durch vorhandenes Vertrauen erheblich vereinfacht. Intensive Kooperation oder Kollaboration sind unwahrscheinlich, wenn sich die Beziehung zwischen den Individuen nicht über eine längere Zeit durch Interaktion entwickelt. In Abbildung 4 wird veranschaulicht, dass Vertrauen zur Kollaboration beiträgt.

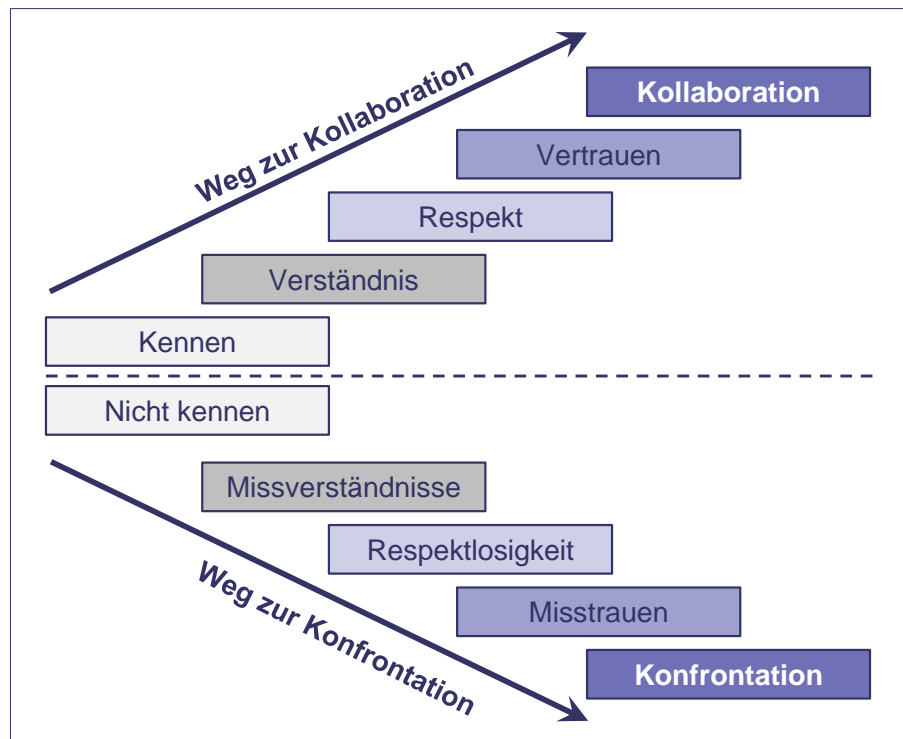


Abbildung 4: Weg zur Kollaboration⁵¹

Vertrauen ist bekanntlich nicht einfach vorhanden, sondern muss aktiv aufgebaut werden. Es basiert auf vier Merkmalen, die anderen Beteiligten vermittelt werden müssen: Kompetenz, Aufrichtigkeit, Integrität und Transparenz.

Je größer die vermutete Kompetenz, d.h. die Fähigkeit einer anderen Person zur Problemlösung, desto höher ist der Grad an Vertrauen, der dieser Person entgegengebracht wird. Je größer die vermutete Aufrichtigkeit der anderen Person, d.h. der vermutete Grad uns Gutes zu wollen und ehrlich zu sein, desto mehr Vertrauen wird dieser Person entgegengebracht. In diesem Zusammenhang sind die Aspekte Fairness und Loyalität zu nennen. Je höher darüber hinaus der vermutete Grad der Integrität, d.h. der Verlässlichkeit des Agierens auf der gleichen Wertebasis ist, desto mehr Vertrauen bringt der Vertrauende seinem Gegenüber entgegen.

⁵⁰ In Anlehnung an den englischen Sprachgebrauch umfasst der Begriff Kollaboration im Folgenden stets auch das Arbeiten an einem gemeinsamen Ziel und nicht bloß die einfache Zusammenarbeit.

⁵¹ In Anlehnung an (KTC – Karlsruhe Technology Consulting GmbH)

Vertrauen ermöglicht es Projektpartnern schließlich, spontan zu agieren und Informationen transparent offen zu legen, ohne auf mögliche verdeckte schädliche Absichten des Gegenübers achten zu müssen.

Es lassen sich drei Arten von Vertrauen identifizieren:

1. **Kalkuliertes Vertrauen:** In dieser Auslegung entsteht Vertrauen zwischen ökonomisch orientierten Partnern durch Selbstinteresse, insbesondere gefördert durch Anreizsysteme zur Kooperation oder Sanktionsmechanismen bei nicht kooperativem Verhalten. Aus diesen Umständen heraus kann der Vertrauende davon ausgehen, dass derjenige, dem vertraut wird, Wohlverhalten ausüben wird.
2. **Vertrauen durch Beziehung:** Hier entsteht Vertrauen durch eine langanhaltende, sich entwickelnde Beziehung zwischen den Partnern. Jeder Partner hat im Laufe der Zeit persönliche Erfahrungen und Informationen über den anderen gesammelt und meint, auf Basis dieser Erfahrungen vom Wohlverhalten des anderen ausgehen zu können.
3. **Institutionenbasiertes Vertrauen:** Diese Art von Vertrauen entsteht aufgrund des Vorhandenseins von Institutionen und positiver Erfahrungen mit ihnen. Institutionen können ein fester rechtlicher Rahmen oder soziale Normen sein. Auch das Vertrauen in Professionalität lässt sich unter diese Art von Vertrauen subsumieren.

Dabei sind die Grenzen zwischen den Arten von Vertrauen nicht klar gezogen.

Vertrauen kann nicht nur an Personen festgemacht werden, sondern hängt auch von den spezifischen Umständen ab. Man mag einer Person unter bestimmten Umständen vertrauen, jedoch der gleichen Person unter anderen Umständen nicht vertrauen.

Ein hoher Grad an vertraglichen Reglementierungen und ein ausgeprägtes System zur Kontrolle von Leistungen kann dazu führen, dass ein Klima von Misstrauen entsteht. In einem solchen Klima wird kooperative Interaktion eher gering ausfallen. Umgekehrt führt mangelndes Vertrauen zu einem höheren Bedarf an Kontrolle und damit zu einem größeren Aufwand auf Seiten aller Beteiligten. Vertrauensvolle Zusammenarbeit zwischen Mitarbeitern, Abteilungen und Unternehmen birgt daher ein großes Potential zur Reduzierung von Verschwendung und Erhöhung von Wertschöpfung.

Insbesondere Teambildungsprozesse und direkte Kommunikation zwischen den Beteiligten können dagegen vor allem das Vertrauen durch Beziehung fördern.

Vertrauen kann sich in einer möglichst weitgehenden Übertragung von Aufgaben und Kompetenzen auf diejenigen, die zur direkten Wertschöpfung beitragen, äußern. Dies lässt sich allerdings kaum unternehmensweit von heute auf morgen und schon gar nicht problemlos realisieren.

Vielmehr sind (Um-)Lernprozesse der Vorgesetzten und Mitarbeiter im Hinblick auf die Regeln des Umgangs miteinander erforderlich. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass Vorwürfe, Angriffe und gegenseitige Schuldzuweisungen einem gemeinsamen Beraten über Fehler und Verbesserungsmöglichkeiten weichen, wenn eine Aufgabe nicht bewältigt wurde. Vertrauen in den Willen und die Fähigkeiten der Mitarbeiter, schwierige Situationen erfolgreich zu bestehen, führt dazu, dass der Zusammenhalt noch verstärkt wird und hohes Engagement zur Beschleunigung zeitintensiver Lernprozesse entsteht. Kurzfristige Entlassungen bzw. Versetzungen im Falle des Versagens führen dagegen tendenziell zu einer Verlangsamung des Lernprozesses.

Das Entstehen von Vertrauen ist ein Prozess. Ein Individuum startet eine neue Beziehung zu einem anderen Individuum mit einem bestimmten Grad an Vertrauen, entweder hoch oder niedrig. Dabei hängt der Grad des Vertrauens von den institutionellen Faktoren und von den vermuteten Belohnungen durch vertrauensvolle Zusammenarbeit ab.

Negativ wirkt sich insbesondere das Unterschätzen der positiven Auswirkungen von Vertrauen aus. Führungskräfte neigen dazu, den Einfluss von Selbstmotivation der Projektbeteiligten durch soziale Anerkennung im Sinne von entgegengebrachtem Vertrauen und von werthaltigen Tätigkeiten im Sinne von bedeutungsvollen Aufgaben, die dem Beteiligten vertrauensvoll übertragen werden, zu unterschätzen.⁵²

3.3.4 Kommunikation

Kommunikation stellt neben Vertrauen und Transparenz eine weitere unabhängige Voraussetzung im Rahmen von Prozessen der Lean Transformation dar. Kommunikation lässt sich mithilfe der Dimensionen Interaktion, Relation und Zeit und deren jeweiliger Ausprägung beschreiben. Nach Interaktionstyp unterscheidet man push-, pull- und interaktive Kommunikation. Bezüglich des Relationstyps sind 1:1, 1:n und m:n-Kommunikation zu unterscheiden. Zeitlich differenziert man zwischen synchroner und asynchroner Kommunikation. Kommunikation ermöglicht den beteiligten Akteuren den Austausch von Daten, Informationen und Wissen. Daten sind verwertbare Angaben über bestimmte Sachverhalte. Informationen sind in kommunizierbare Form gebrachte Daten. Wissen ist an Personen gebunden und kann kontextbezogen von diesen Personen als Information abgerufen werden. Daten, Informationen und Wissen lassen sich also als Basis von Kommunikation in ihren verschiedenen Arten verstehen.

Kommunikation ist Grundvoraussetzung, um in Projekten Wertschöpfung bezüglich verschiedener Prozesse erzielen zu können. Somit ist Kommunikation zwischen den Beteiligten auch ein ganz wesentliches Merkmal von Projekten, das durch bestimmte Randbedingungen unterstützt

⁵² (Rousseau et al. 1998; Pfeiffer und Weiß 1994)

werden kann. Bezüglich der Kommunikation in Projekten können dabei zwei Probleme auftauchen: Missverständliche Kommunikation oder Mangel an Kommunikation.

Kommunikation dient der Entwicklung und Förderung sozialer Beziehungen zwischen den Projektbeteiligten. Sie ist somit ein Mittel der Koordination insbesondere in Form der Selbstkoordination zwischen den Projektpartnern. Dabei ist insbesondere persönliche Kommunikation (face-to-face) positiv für das Verständnis der Beteiligten untereinander, denn auf persönlicher Ebene werden neben der eigentlichen Information viele weitere Signale transportiert.

Fundamentale Gründe für Kommunikation in Projekten sind der Austausch von Informationen, die Entwicklung eines gemeinsamen Verständnisses, die Koordination von Aktivitäten, die Einflussnahme und die Sozialisierung.

Kommunikation reagiert auf die Randbedingungen, denn unter verschiedenen Randbedingungen läuft Kommunikation im Projekt unter gleichen Beteiligten unterschiedlich ab. Es gilt also, durch die Gestaltung der Randbedingungen die Kommunikationsfähigkeit im Projekt zu erhöhen. Die Kommunikationsfähigkeit kann dabei durch Management-Aspekte, technische Aspekte und sozio-kulturelle Aspekte unterstützt werden.

Unter Management-Gesichtspunkten wird Kommunikation durch strategische Investitionen, insbesondere auch von Management-Überlegungen zugunsten einer guten Informations- und Kommunikationsstruktur, unterstützt. Je koordinierter Informationen ausgetauscht und weitergegeben werden können, desto höher ist die Kommunikationsfähigkeit im Projekt. Es müssen daher definierte Kommunikationswege und Projektzeitpunkte für den Kommunikationsaustausch geschaffen werden.

Die technische Kommunikationsfähigkeit in Projekten wird durch Projektkommunikationssysteme mit definierten Wegen zur Kommunikation verbessert.

Eine sozio-kulturelle Verbesserung der Kommunikationsfähigkeit im Projekt wird durch eine Kultur der Förderung des gegenseitigen Austauschs und des Lernens voneinander erzielt. Indem Transparenz große Bedeutung zugemessen wird und das Verstecken von Informationen im Sinne von Intransparenz als Fehlleistung gebrandmarkt wird, kann der Mehrwert von Kommunikation gesteigert werden. In diesem Zusammenhang ist auch ein fehlertolerantes System positiv anzuführen, bei dem kommunizierte Fehler keine Schuldzuweisungen auslösen, sondern Grundlage von Lern- und Änderungsprozessen sind.⁵³

⁵³ (Johannessen und Olsen 2011; Haldi 2001; Biesterfeld 1999)

3.3.5 Kollaboration

Neben Transparenz, Vertrauen und Kommunikation ist Kollaboration ein wesentliches Merkmal der Lean Transformation. Dabei ist Kollaboration abzugrenzen von Kooperation und Koordination.

Kollaboration und Kooperation sind Formen des Abwickelns von Arbeitsaufträgen in Gruppen. Dabei bedienen sich beide Formen der Zusammenarbeit der Instrumente der Koordination.

Für kollaborative und kooperative Zusammenarbeit ist die Gesamtheit folgender vier Randbedingungen förderlich:

- Identität der Ziele
- Kompatibilität der Handlungsanweisungen
- Austausch von Ressourcen
- Kontrollier- und Steuerbarkeit des Handlungsablaufs

Zudem sind Kollaboration und Kooperation tendenziell umso ausgeprägter, je mehr ein Gruppenbewusstsein vorhanden ist.

Kollaboration bezeichnet organisatorisches Handeln des einzelnen Organisationsmitglieds im Sinne und zum Gemeinwohl der organisatorischen Gemeinschaft. Kollaboration ist somit ein intra- oder interorganisationales Wertschöpfungsnetzwerk, das die gemeinsame Vision hat, eine kollektive (Projekt-)Organisation zu schaffen und anschließend zu leben. Kollaboration gründet stark auf Transparenz in der Abwicklung und Vertrauen zwischen den Projektbeteiligten.

Kooperation ist dagegen ein intra- oder interorganisationales Wertschöpfungsnetzwerk, das keine gemeinsame Vision aufweist. Kooperation wird mittels separater Projektorganisationen, die jeweils unterschiedliche Projektstrukturen aufweisen können, durchgeführt. Die Projektabwicklung basiert auf Kontrolle und Koordination, wobei Probleme eher unabhängig gelöst werden. Ein Nutzen aus Kooperation resultiert aus der Abstimmung der Aktivitäten verschiedener organisatorischer Einheiten zur Bewältigung bestimmter Aufgaben. Kooperatives Handeln ist das bewusste Agieren der Gruppenmitglieder, um ein für die Gruppe festgesetztes Ziel zu erreichen. Unterhalb des natürlich vorhandenen gemeinsamen Projektziels ist es dabei vorrangiges Ziel des Einzelnen, Mehrwert für die eigene Organisation zu schaffen.

Notwendig für Kollaboration und Kooperation ist Koordination, wobei Koordination eher ablauforientierte Funktionalitäten in der Projektzusammenarbeit betrifft. Hierunter sind insbesondere die hierarchische und zeitliche Strukturierung von Teilaufgaben in der Organisation zu verstehen. Eine hierarchische Strukturierung von Aufgaben im Projekt stellt z.B. der Projektstrukturplan (PSP) dar, der Gesamtarbeitsaufgaben in kleinere Arbeitseinheiten aufbricht, bis sie schließlich

einer Organisationseinheit zugeordnet werden können. Zeitliche Strukturierungen erfolgen in Bauprojekten durch die Anordnung von Teilaufgaben innerhalb eines Terminplans. Koordination ist insbesondere dann erforderlich, wenn am Projekt zu verschiedenen Zeiten an verschiedenen Orten gearbeitet wird. Insofern ist Koordination sowohl Teil der Kollaboration als auch Teil der Kooperation.

Wesentliche Potentiale der Kollaboration sind:

- Kollaboration schafft ein gemeinsames Projektziel, dem sich alle Beteiligten verpflichtet fühlen.
- Durch Kollaboration in Projekten wird eine gemeinsame Projektkultur geschaffen.
- Die Beziehungen zwischen den Beteiligten im Projekt und die Selbstorganisation werden gestärkt.
- Mittels Kollaboration wird in Projekten eine Konzentration auf den Kundennutzen erreicht.

Dabei ist stets zu beachten, dass Kollaboration und Kooperation zwei unterschiedliche Ansätze sind; es besteht die Gefahr, nur einen kooperativen Ansatz zu wählen und diesen als kollaborativ zu bezeichnen. Es darf nicht vergessen werden, dass Kollaboration auch auf Koordination beruht, weshalb dies nicht vernachlässigt werden darf.⁵⁴

⁵⁴ (Schöttle, Hagsheno und Gehbauer 2014; Korn 2004; Friedrich et al. 1991)

4 Integrierte Projektabwicklung

4.1 Einleitung

Wie in Kapitel 3.3 erläutert sind u.a. Vertrauen, Transparenz, Kommunikation und Kollaboration wichtige Bestandteile bei der Umsetzung der Lean Management-Philosophie. Bisherige sogenannte traditionelle Projektabwicklungsformen basieren allerdings häufig auf konfliktanfälligen Vertragsbeziehungen, die nicht durchgehend konform zu den Lean Management-Prinzipien sind. Aufgrund dessen wird in integrierten Projektabwicklungsmodellen die Zusammenarbeit der Beteiligten gezielt an Lean Management-Prinzipien und Grundsätzen ausgerichtet. Hierzu gehören u.a. die Abwicklungsmodelle Integrated Project Delivery und Project Alliancing, die im Anschluss an die Darstellung der Grundlagen zur integrierten Projektabwicklung skizziert werden.

4.2 Grundlagen

Konventionelle Formen der Bauprojektabwicklung erweisen sich oftmals und insbesondere bei komplexen Bauvorhaben aus Sicht aller maßgeblich Beteiligten als ineffizient und störungs- bzw. konfliktanfällig. Aus diesem Grund sollten nicht nur Planungs- und Bauprozesse jeweils für sich betrachtet und optimiert, sondern auch die jeweiligen zugrundeliegenden Projektabwicklungsmodelle als Ganzes unter Beachtung der Lean Management-Prinzipien gestaltet werden. Hierbei sind dann auch die Vergabe- und Vertragsformen zu berücksichtigen. Ein allgemeiner Ansatz hierfür wurde von Ballard bereits im Jahr 2000 publiziert und seitdem weiterentwickelt.⁵⁵ Dieser Ansatz wird als Lean Project Delivery System (LPDS) bezeichnet (vgl. Abbildung 5). Er ist in fünf miteinander verschränkte Phasen gegliedert und reicht von der Projektdefinition bzw. Bedarfsermittlung für den Bauherrn bis zur Nutzungsphase des erstellten Bauwerks.

⁵⁵ (Ballard 2008; Ballard 2000)

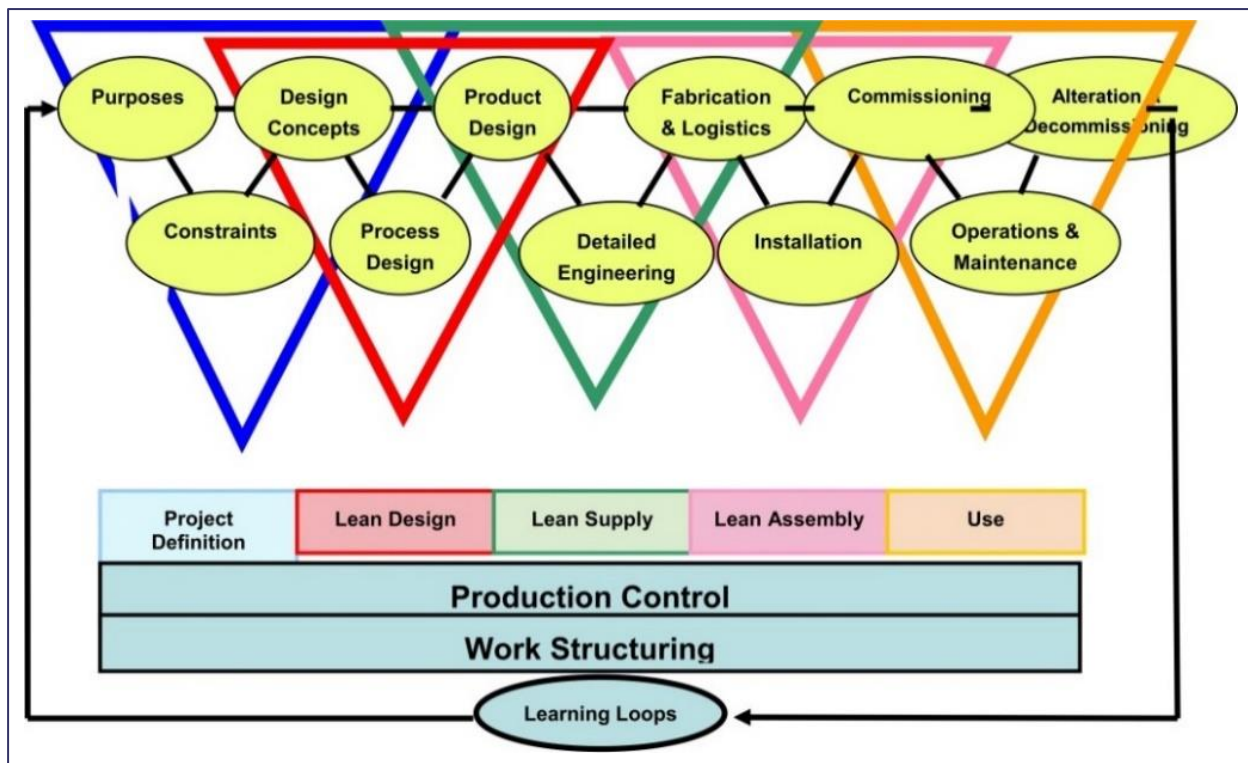


Abbildung 5: Lean Project Delivery System – LPDS⁵⁶

Mithilfe des LPDS soll, unter Anwendung einschlägiger Methoden, wie z. B. Target Value Design⁵⁷, Last Planner System⁵⁸ etc., die Integration der Projektbeteiligten und deren Kommunikation bzw. Kollaboration untereinander verbessert sowie insbesondere der aus der Planung und dem Bau des entsprechenden Bauwerks aus Bauherrensicht resultierende Wert in Bezug zu den dafür eingesetzten Ressourcen optimiert werden.

Von elementarer Bedeutung bei der Projektabwicklung ist hierbei das Entstehen einer gemeinsamen Vertrauensbasis zwischen den Projektbeteiligten, da der Projekterfolg auch gemeinsam erreicht und Projektrisiken ebenso gemeinsam getragen werden sollen.⁵⁹ Dies ist bei der konkreten Umsetzung des LPDS-Ansatzes auch bei der Gestaltung der projektbezogenen Verträge zu berücksichtigen. Hierbei ist eine verstärkt beziehungsorientierte Vertragsgestaltung im Sinne relationaler Verträge anstelle einer transaktionsorientierten Gestaltung vorteilhaft. Das bedeutet, dass die kollaborationsorientierte Organisation des Zusammenwirkens der verschiedenen Projektbeteiligten und nicht nur der Austausch von Bau- bzw. Planungsleistungen gegen Vergütung im Vordergrund des Vertragswerks stehen sollte.⁶⁰

⁵⁶ (Ballard 2008)

⁵⁷ Vgl. Kapitel 6.5

⁵⁸ Vgl. Kapitel 5.2; mit dem Last Planner System, abgekürzt LPS, ist das System gemeint, das durch Herman Glenn Ballard in seiner Dissertationsschrift „The Last Planner System of Production Control“ entwickelt worden ist.

⁵⁹ Vgl. hierzu auch Kapitel 3.3.3

⁶⁰ (Heidemann 2011)

Für die erfolgreiche Anwendung von Modellen der integrierten Projektabwicklung spielen die Grundsätze, die im Zusammenhang mit Lean Transformation erläutert wurden (siehe Kapitel 3.3), wie Transparenz, Vertrauen, Kommunikation und Kollaboration eine wesentliche Rolle.

Nachfolgend werden zwei konkrete Formen bzw. Modelle integrierter Projektabwicklung vorgestellt, die dem LPDS-Ansatz zumindest in weiten Teilen entsprechen und international bereits zur Anwendung kommen.

4.3 Etablierte Formen integrierter Projektabwicklung

4.3.1 Integrated Project Delivery

Der Begriff Integrated Project Delivery (abgekürzt IPD; auf deutsch „Integrierte Projektabwicklung“) beschreibt ein vor allem in den USA angewendetes Projektabwicklungsmodell, das die folgenden charakteristischen Modellkomponenten aufweist:⁶¹

- frühzeitige Einbindung der maßgebenden Projektbeteiligten,
- Abschluss eines Mehrparteienvertrags zwischen Bauherren, Planern und Bauunternehmen,
- Aufteilung der Projektrisiken sowie eventueller Mehrkosten und Einsparungen,
- Transparenz bezüglich Kosten und Vergütung zwischen den Vertragspartnern (Prinzip der offenen Bücher),
- gemeinschaftliche Entscheidungsfindungen und Konfliktlösungen,
- Vereinbarung eines gegenseitigen Haftungsausschlusses zwischen den Vertragspartnern,
- gemeinschaftliche Festlegung und Verfolgung der anzustrebenden Projektziele.

Unter einer frühzeitigen Einbindung ist zu verstehen, dass insbesondere das oder die Bauunternehmen, im Sinne von Early Contractor Involvement (ECI), bereits während der Planung „mit am Tisch sitzen“ und somit ihr baubetriebliches Fachwissen mit in den Planungsprozess einspeisen können. Angestrebt wird dabei insgesamt ein vertrauensbasiertes Projektklima, das die Zusammenarbeit der Beteiligten begünstigt und deren Fokussierung auf gemeinsame Projektziele fördert. Informationsasymmetrien und daraus resultierende Konflikte zwischen den Projektbeteiligten sollen vermieden werden.

Für den Abschluss eines Mehrparteienvertrags existieren Vertragsmuster, die von verschiedenen Institutionen herausgegeben werden. Eine dieser Institutionen ist das American Institute of Architects (AIA). Mit dessen unterschiedlichen Vertragsmustern lässt sich der projektbezogen gewünschte Grad an Integration regeln. Das Muster AIA A295 – 2008 enthält ergänzende Regel-

⁶¹ (The American Institute of Architects – AIA 2012; The American Institute of Architects – AIA 2010; The American Institute of Architects – AIA 2007)

ungen zu klassischen Zweiparteienverträgen zwischen dem Bauherrn und dem (General-)Planer bzw. dem (General-)Unternehmer, was im Vergleich zu den anderen Mustern den geringsten Grad an bzw. den „ersten Schritt“ zur Integration bedeutet.⁶² Das Muster AIA C191 – 2009 regelt eine Mehrparteienvertragsbeziehung zwischen den oben genannten Projektbeteiligten, wobei diese wiederum in der Lage sind, jeweils eigene Verträge mit ihren Nachunternehmern oder weiteren Projektbeteiligten abzuschließen. Mit dem Muster AIA C195 – 2008 können sich Bauherr, Planer und Bauunternehmer sowie ggf. weitere Projektbeteiligte zu einer sogenannten Single Purpose Entity (SPE), in etwa vergleichbar mit einer in Deutschland üblichen Arbeitsgemeinschaft (Arge), zusammenschließen. Eine SPE ist als juristische Person in der Lage, eigene Verträge abzuschließen. Diese Variante erlaubt den vergleichsweise höchsten Grad an Integration. Eine weitere Institution, deren Vertragsmuster für IPD eine breite Anwendung finden, ist „Consensus Docs“. Als verbandsübergreifende Vereinigung verfolgt sie das Ziel, eine hohe Standardisierung bei der Anwendung von Vertragsmustern im US-amerikanischen Bauwesen zu erreichen.

IPD-Modelle sind nicht starr an ein spezifisches Vergütungsmodell für die Bauleistung gekoppelt. Jedoch wird bei Mehrparteienverträgen häufig eine Cost-plus-Fee-Regelung mit Bonus-Malus-Regelungen vereinbart. Bei getrennten Vertragsbeziehungen erfolgt die Vergütung des Bauunternehmers im Regelfall auf Basis einer Guaranteed-Maximum-Price-Regelung.⁶³ Während öffentliche Bauherren im Falle von IPD eher getrennte Vertragsbeziehungen mit den einzelnen Projektbeteiligten eingehen, tendieren private Bauherren zu Mehrparteienverträgen. Die Auswahl der Bauunternehmen in der frühen Projektphase erfolgt auf Basis eines Kompetenzwettbewerbs.⁶⁴

Über die USA hinaus gibt es auch in anderen Ländern entsprechende Muster für kollaborationsorientierte Mehrparteienverträge, so z. B. in Großbritannien das Muster PPC2000. Die für IPD charakteristischen Modellkomponenten werden z.B. auch bei der vor allem in Australien verbreiteten Projektabwicklungsform Project Alliancing⁶⁵ umgesetzt.⁶⁶ Während in anderen europäischen Ländern, wie z. B. Finnland, bereits praktische Erfahrungen mit solchen Modellen und Mehrparteienverträgen bei konkreten Bauvorhaben gesammelt wurden,⁶⁷ liegen aus Deutschland diesbezüglich noch keine Projekterfahrungen vor. Überlegungen bezüglich des Nutzens und insbesondere bezüglich der Entwicklung von Mehrparteienverträgen stehen hierzulande erst am Anfang.

Von daher gilt es zunächst auch zu untersuchen, inwiefern sich eine frühere und bessere Projektintegration sowie ein kollaborationsorientierteres Verhalten der maßgebenden Projektbeteiligten im Hinblick auf gemeinsam getragene Projektziele auch ohne den Abschluss von Mehrparteienverträgen erreichen lassen. Einen Lösungsansatz hierfür können sogenannte Partnering-Modelle

⁶² (The American Institute of Architects – AIA 2011)

⁶³ (The American Institute of Architects – AIA 2008)

⁶⁴ (The American Institute of Architects – AIA 2012)

⁶⁵ Vgl. Kapitel 4.3.2

⁶⁶ (Schlabach 2013)

⁶⁷ (Petäjänemi 2016)

darstellen, bei denen auch eine frühzeitige Einbindung des Bauunternehmens in das Projekt angestrebt wird.⁶⁸ Aus Bauherrensicht muss hierbei jedoch der Wettbewerb unter den Marktteilnehmern um den Auftragserhalt gewährleistet bleiben.

Durch die zumindest teilweise Überwindung der strikten Trennung von Planung und Ausführung sowie der häufig starken Interessensgegensätze, des mangelnden Vertrauens und der hohen Risikoaversion der verschiedenen Projektbeteiligten in einem entsprechenden integrierten Projektabwicklungsmodell können Konflikte reduziert, Projektziele effizienter erreicht und folglich Verschwendungen im Sinne von Lean Construction vermieden werden.⁶⁹ Um hierbei letztendlich erfolgreich zu sein, gilt jedoch auch bei der Anwendung von IPD-Modellen, dass nicht nur entsprechende Verträge und Modellkomponenten zu vereinbaren sind, sondern auch, dass kollaborationsorientierte bzw. vertrauensbasierte Verhaltensgrundsätze das Miteinander der Projektbeteiligten und die gesamte Projektabwicklung durchgängig prägen sollten. Hierzu zählt z. B. auch eine direkte und offene Kommunikation, was in der Praxis durch die räumliche Zusammenfassung der Projektbeteiligten mittels Einrichtung eines sogenannten Big Room⁷⁰ begünstigt werden kann. Die Implementierung und Beibehaltung dieser Verhaltensgrundsätze im Projekt ist nicht als Selbstläufer bzw. Automatismus zu verstehen, sondern sollte von den Projektbeteiligten als eine erfolgskritische Management-Aufgabe aufgefasst werden, die einer entsprechenden Fokussierung bedarf.

4.3.2 Project Alliancing

Project Alliancing ist ein Projektabwicklungs- und Beschaffungsmodell zur Realisierung von komplexen Bauvorhaben. Hierbei arbeiten der Bauherr (Owner) und die wesentlichen Leistungserbringer (Non-Owner-Participants = NOPs) im Rahmen eines Project Alliancing Agreement kooperativ zusammen, um die besten Lösungen für das Projekt zu erarbeiten und das Projekt zu realisieren.⁷¹

Die Funktionsweise von Project Alliancing wird durch folgende Modellbestandteile charakterisiert:⁷²

1. Gemeinsame Risikotragung und gemeinsame Partizipation an Chancen

Ein wesentliches Merkmal von Project Alliancing ist die gemeinsame Risikotragung sowie die gemeinsame Partizipation an Chancen, die sich aus der Projektabwicklung ergeben. Dies steht im Kontrast zur strikten Risikozuordnung in klassischen (transaktionalen) Bauverträgen.

⁶⁸ (Hauptverband der Deutschen Bauindustrie 2010; Racky 2007)

⁶⁹ (El Asmar, Hanna und Loh 2013; Smith, Mossman und Emmitt 2011)

⁷⁰ Vgl. Kapitel 8.2

⁷¹ Diese Kurzbeschreibung basiert auf dem Modell, das sich in Australien etabliert hat.

⁷² (Victoria und Department of the Treasury and Finance 2010)

Die gemeinsame Risikotragung und die gemeinsame Partizipation an den Chancen finden ihren Ausdruck im sogenannten Commercial Framework, in dem die Vergütung der NOPs definiert wird. Das Standardmodell für die Vergütung besteht hierbei aus den folgenden drei Elementen:

1. Erstattung aller direkten Kosten (Herstellkosten, inkl. Planungskosten und Baustellengemeinkosten) der NOPs
2. Vergütung der vorab festgelegten Fee (Geschäftskosten und Gewinn)
3. Vorab vereinbarter Mechanismus zum Pain-Gain-Sharing; dieser Mechanismus wird bestimmt durch den Vergleich der tatsächlichen Performance mit den vorab definierten Zielen, sowohl hinsichtlich der Kosten als auch hinsichtlich sogenannter Key Result Areas in Bereichen außerhalb der Kosten

2. Transparenz durch Open Book-Prinzip

Das Open Book-Prinzip besagt, dass der Bauherr und von ihm beauftragte Auditoren Einblick in sämtliche Unterlagen und Prozesse erhalten, die für die Beurteilung der tatsächlich entstandenen Kosten und der Angemessenheit der vereinbarten Vergütung relevant sind. Die Gewährung einer angemessenen Transparenz ist ein entscheidender Faktor für die Vertrauensbildung innerhalb der Projektbeteiligten.

3. Gemeinsame Organisations- und Managementstruktur

Project Alliancing erfordert die Einrichtung einer angemessenen Organisations- und Managementstruktur (Governance Structure), die dazu beiträgt, dass die Einhaltung der Grundprinzipien dieses Abwicklungsmodells sowie das positive Zusammenwirken der Modellbestandteile unterstützt werden. Sie besteht in der Regel aus folgenden Elementen:

- Bauherrenorganisation und NOP-Organisationen
- Alliance Leadership Team (ALT)
- Alliance Manager (AM)
- Alliance Management Team (AMT)
- Alliance Project Team (APT) bzw. Wider Project Team (WPT)

Abbildung 6 zeigt die typische Organisationsstruktur beim Einsatz von Project Alliancing. Die oben genannten Gremien bzw. Teams beinhalten Vertreter aus den Organisationen der Projektbeteiligten. Diese Struktur spiegelt die gemeinsame Verantwortung der Beteiligten für die Erreichung der Projektziele wider und wird in der Regel von zusätzlichen Kommunikationsprozessen flankiert (z.B. gemeinsame Büros, Big Room etc.).

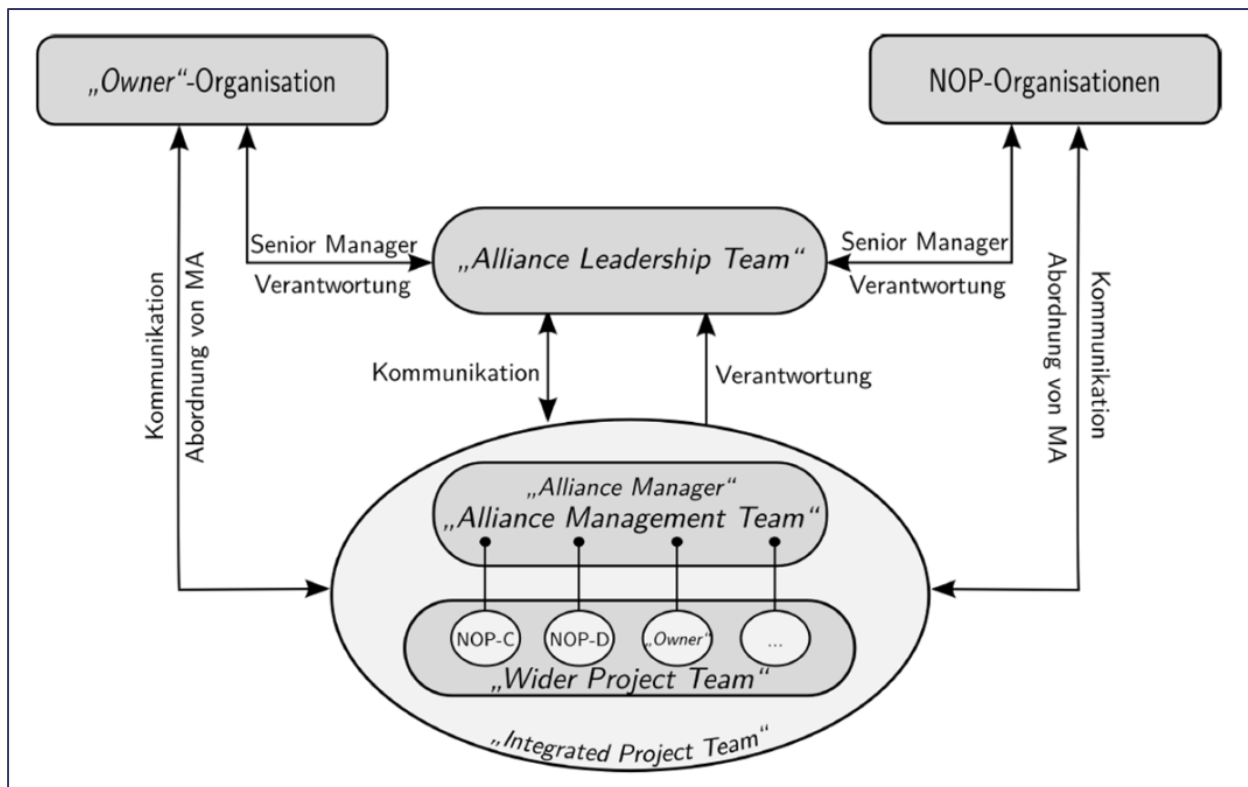


Abbildung 6: Bestandteile der Organisationsstruktur im Rahmen von Alliancing⁷³

4. Einstimmigkeitsgebot bei Entscheidungen nach dem Prinzip „Best for Project“

Das Prinzip „Best for Project“ basiert auf dem Grundgedanken, dass die Beteiligten ihr Entscheidungsverhalten auf die Erreichung der gemeinsamen Projektziele ausrichten sollen. Dabei wird von der These ausgegangen, dass auf den jeweiligen Managementebenen gemeinsam getroffene Entscheidungen am ehesten die Sicherstellung der Projektziele gewährleisten.

Vertraglich wird dazu ein Einstimmigkeitsgebot im ALT vereinbart. Entscheidungen auf den unterliegenden Ebenen sollten möglichst im Konsens getroffen werden. Ist hier keine Einigung möglich, wird der Sachverhalt entsprechend an das ALT zur einstimmigen Lösung übermittelt.

5. Rechtsmittelverzicht

Alliancing Vereinbarungen enthalten in der Regel einen (auf wenige Ausnahmen eingeschränkten) Rechtsmittelverzicht. Dies bewirkt, dass die Beteiligten gemeinsam Verantwortung für die zeitgerechte Lösung von etwaigen Konflikten und Meinungsverschiedenheiten übernehmen. Dabei gilt der oben genannte Grundsatz, spätestens im ALT einstimmig die

⁷³ (Schlabach 2013)

beste Lösung für das Projekt final zu bestimmen und individuelle Interessen zurückzustellen. Die Beteiligten schließen damit die Einschaltung alternativer Streitbeilegungsorgane sowie öffentlicher Gerichte aus. Ausnahmen bestehen nur in Fällen grober und die negativen Konsequenzen billigend in Kauf nehmender Pflichtverletzungen gemäß dem Vertrag.

6. „No fault – no blame“-Kultur, vertraglicher Haftungsausschluss

Die Etablierung einer „No fault – no blame“-Kultur hat zum Zweck, dass im Falle von Fehl- oder Minderleistungen einzelner Beteiligter der Fokus nicht auf Schuldzuweisungen und Haftungsfragen gelegt wird. Vielmehr wird hierdurch die gemeinsame Verantwortung aller Beteiligten für die Erreichung der Projektziele unterstrichen, um so schnell wie möglich zu guten Lösungen für den weiteren Projektverlauf zu kommen.

Vertraglich wird dies durch einen Haftungsausschluss untermauert. Dieser stellt einen wichtigen, den Rechtsmittelverzicht ergänzenden Mechanismus dar.

7. Handeln der Beteiligten in gutem Glauben (Good faith) und nach Integritätsmaßstäben

Die Beteiligten verpflichten sich zu einem fairen, kooperativen und ehrlichen Umgang miteinander. Diese Verpflichtung steht in unmittelbarem Zusammenhang mit allen anderen Modellbestandteilen von Project Alliancing. Die Umsetzung dieser Prinzipien erfordert ein vorbildliches Verhalten der Führungskräfte aus den Organisationen der Projektbeteiligten und wird üblicherweise durch kommunikative Maßnahmen, wie eine gemeinsame Alliancing Charta, begleitet.

Neben den genannten Modellbestandteilen als Rahmenbedingungen für die Funktionsweise von Project Alliancing werden nachfolgend die wesentlichen Parameter für den Auswahlprozess der Projektbeteiligten aus Sicht des Bauherrn (Beschaffung) skizziert:

- Die Auswahl der NOPs erfolgt in einer Phase 1 (Partnerwahl und Formierung) **vor** Beginn der Planungsphase in einem Kompetenzwettbewerb.
- Als zusätzliche preisliche Wertungskriterien werden der Zuschlag für Geschäftskosten und Gewinn sowie die Parameter des Commercial Framework herangezogen.
- Die Phase 1 endet mit dem Project Alliancing Agreement (PAA), in dem die wesentlichen vertraglichen Regelungen zur Etablierung der Allianz enthalten sind.
- In der anschließenden Phase 2 (Projektdefinition) werden gemeinsam die Projektgrundlagen (Scope of Work = SOW) und die Zielkosten (Target Output Costs = TOC) als Grundlage für die spätere Vergütungsermittlung entwickelt.
- Sofern die entwickelten TOC am Ende der Phase 2 (Projektdefinition) die Budgetvorgaben des Bauherrn überschreiten, hat dieser die Möglichkeit die Allianz zu beenden.

- In der Regel wird die Phase 2 (Projektdefinition) mit einem Partner(-Konsortium) bearbeitet (Single-TOC-Verfahren). Daneben gibt es auch die Möglichkeit, die Phase 2 mit zwei oder mehreren Partner(-Konsortien) zu bearbeiten (Dual-TOC-Verfahren bzw. Multiple-TOC-Verfahren).
- Der Bauherr hat als Alternative auch die Möglichkeit, in der Phase 1 an Stelle eines Partnerkonsortiums Ausführungs- und Planungsbeteiligte separat auszuwählen.

Im Anschluss an die Phase 2 (Projektdefinition) erfolgt dann in der Phase 3 die Ausführungsplanung und Realisierung des Bauvorhabens.

5 Systeme zur Produktionsplanung und -steuerung

5.1 Einleitung

Die Bau- und Immobilienwirtschaft verfügt traditionell über keine mit anderen produzierenden Industrien vergleichbare Systematik zur Produktionsplanung und -steuerung. Die vorhandene klassische Bauplanungs- und Abwicklungsmethodik basiert vor allem auf den Erfahrungen einzelner Bauakteure. Diese in der Bau- und Immobilienwirtschaft vorherrschende Situation lässt sich wie folgt charakterisieren:

Ein wesentlicher Anteil der Arbeitsstunden wird für Wartezeiten und Nacharbeiten⁷⁴ aufgewendet. Ein Haupthindernis für verschwundungsarmes Bauen besteht in der mangelhaften Kommunikation der am Bau Beteiligten bis hin zur z.T. katastrophalen Kommunikation zwischen den Ausführungsgewerken und Planern. Materialien kommen oft zu früh, zu spät oder mit Mängeln. Pläne werden häufig verspätet und mit Mängeln übergeben. Ein signifikanter Anteil aller im Projekt geplanten Aktivitäten wird nicht zum geplanten Zeitpunkt fertig. Das Wissen der verschiedenen Projektbeteiligten wird nicht oder nur rudimentär genutzt.

Systeme zur Produktionsplanung und -steuerung wie das Last Planner System (LPS)⁷⁵ oder die Taktplanung und Taktsteuerung (TPTS) ermöglichen es, die vorhandene Lücke zwischen Projektmanagement und Ausführung durch eine prozessbasierte Systematik zu schließen. Diese Systeme erreichen durch die Anwendung der Lean Management-Prinzipien in Kombination mit einem hohen Maß an Visualisierung und Kollaboration der am Bau Beteiligten einen stabilen und vorhersehbaren Arbeitsfluss.

Das LPS als kurzzyklisches Produktionsplanungs- und Produktionssteuerungssystem organisiert dafür Beziehungen, Informationen und Zusagen in Ihrer Gesamtheit kollaborativ nach den Lean Management-Prinzipien, um die Produktionsplanung auf Prozessebene zu realisieren sowie kontinuierlich zu verbessern.

Das System der TPTS organisiert die Prozessgestaltung zentral mit Hilfe des Elements Takt, um die Gewerke und Arbeitsbereiche in einen Arbeitsfluss zu bringen.

Beide Systeme unterscheiden sich voneinander im Maß der eingeforderten Kollaboration sowie im Grad der Einbindung der Projektbeteiligten bei der Erstellung der Produktionsplanung.

Grundsätzlich lassen sich diese beiden Systeme kombinieren, da in beiden Fällen der Arbeitsfluss bekannt sein und stabilisiert werden muss. Durch diese Stabilisierung erhöht sich infolge-

⁷⁴ Laut BauInfoConsult, 2015, liegt der Fehlerkostenanteil am gesamten Branchenumsatz bei ca. 14 %.

⁷⁵ Mit dem Last Planner System, abgekürzt LPS, ist das System gemeint, das durch Herman Glenn Ballard in seiner Dissertationsschrift „The Last Planner System of Production Control“ entwickelt worden ist.

dessen auch die Produktivität. LPS eignet sich auch sehr gut, um kollaborativ einen Taktplan zu erstellen, die Beteiligten zu integrieren und aus Fehlern zu lernen. Die TPTS ist mit den Elementen Takt, feste einheitliche Taktlänge und der starken Vereinheitlichung der Arbeiten in ein einheitliches Vielfaches eines Taktes sehr gut für Arbeiten, die sich häufig wiederholen, geeignet. Die oben genannten Systeme sind in unterschiedlichen Rahmenbedingungen anwendbar. Daher haben sich in den letzten Jahren eine Vielzahl unternehmensspezifischer Mischsysteme entwickelt. Im Folgenden werden zum einen das LPS und das System der TPTS in ihren grundsätzlichen Ausprägungen beschrieben.

5.2 Last Planner System

5.2.1 Einleitung

LPS ist eine wesentliche Methode im Lean Construction, die sehr häufig angewendet wird. LPS ist eine Methode der Produktionsplanung und Produktionssteuerung für die Bau- und Immobilienwirtschaft von der Planung bis hin zur Inbetriebnahme. Es systematisiert die Anwendung der Lean Management-Prinzipien sowie die kontinuierliche Verbesserung von Prozessen und die Integration der Projektbeteiligten.⁷⁶ Es wurde in den 1990er Jahren von Professor Glenn Ballard und Gregory Howell entwickelt; seit dem Jahr 2000 ist es durch die Dissertation von Glenn Ballard veröffentlicht und wird zur Einführung und Entwicklung von Lean Construction in Projekten und Organisationen angewendet. Obwohl LPS ursprünglich für den Bausektor eingeführt wurde, findet es mittlerweile in verschiedenen anderen Branchen Anwendung.⁷⁷ Insbesondere wird LPS auch in der Projektentwicklungs- und Planungsphase erfolgreich eingesetzt.⁷⁸

5.2.2 Mehrwert des Last Planner Systems gegenüber der klassischen Bauabwicklung

LPS setzt alle fünf Lean Prinzipien von Womack und Jones⁷⁹ in einem zentralen System um. Entsprechend wird der Mehrwert der Gewerke und Kunden identifiziert und die Prozesse, die diesen Wert liefern, werden optimiert. Mittels einer kollaborativen Planung durch die Projektbeteiligten in einem integrierten Team wird dem Pull-Prinzip (von hinten nach vorne) folgend die Produktion geplant. Dabei wird der Fokus auf das Gesamtprojekt gelegt, damit das Fluss-Prinzip und fließende Arbeitsabläufe realisiert werden. Das Ergebnis ist eine vollständige Produktionsplanung, aus der sich Termin- und Ressourcenplanungen automatisch ergeben.

⁷⁶ (Womack und Jones 2003)

⁷⁷ (Mossman und De Miranda 2011)

⁷⁸ Vgl. Kapitel 6

⁷⁹ Vgl. Kapitel 2.2

Ein weiteres wichtiges Element des LPS ist die Visualisierung. Durch visuelles Management werden Prozesse verständlich und transparent kommuniziert. Durch LPS wird zudem die kontinuierliche Verbesserung dieser Prozesse täglich und wöchentlich vorangetrieben.

Zusammenfassend bietet das LPS folgende Mehrwerte:

1. Die Produktivität wird in allen Projektphasen gesteigert.
2. Die Zufriedenheit aller Projektbeteiligten, sowohl intern als auch extern, wird gesteigert.
3. Projekte werden vorhersehbarer und stabiler.
4. Arbeitsabläufe und Prozesse sind zuverlässiger und „flüssiger“ organisiert.
5. Meilensteine werden zuverlässig eingehalten und Produktionszeiten verringert.
6. Projekte werden schneller und kostengünstiger abgewickelt.
7. Das Endprodukt wird mit größerer Sicherheit und höherer Qualität erreicht.
8. Die Projektabwicklung erfolgt durch die Integration der Projektbeteiligten.
9. Der überholte Ansatz der reinen Nachunternehmer-Kontrolle wird transformiert zur eigenverantwortlichen Zieleinhaltung.
10. Stress und „Feuerwehraktionen“ werden reduziert.
11. Kommunikation und Transparenz während der Abwicklung werden gesteigert.
12. Der Mehrwert von Projekten insgesamt wird gesteigert.
13. LPS unterstützt die erfolgreiche Umsetzung von weiteren Lean Management-Maßnahmen in einer Organisation.

5.2.3 Planung der projektbasierten Produktion mit dem Last Planner System (Produktionsplanung)

Das LPS besteht aus folgenden fünf Elementen:

1. Meilensteinplan/Rahmenterminplan und eine Gesamtprozessanalyse (GPA) – Klärt, was im Projekt aus Prozess- und Meilenstein-Sicht passieren SOLLTE
2. Phasenplanung (Pull-Planung) – Teilt das Projekt in Phasen ein und zeigt auf, was auf Wochenbasis passieren SOLLTE
3. Vorschauplanung – Unterteilt die Phasen in Aufgaben und zeigt, was passieren KANN
4. Wochenplanung – Bildet eine hindernisfreie Woche mit Ihren Tätigkeiten ab, damit klar ist, was passieren WIRD
5. Auswertung – Nach Abschluss bzw. ERLEDIGUNG der Aufgaben soll aus den Erfahrungen gelernt werden und Kennzahlen werden erfasst

In Abbildung 7 wird die Implementierung des LPS beispielhaft dargestellt. Im Sinne der im LPS üblichen Planung der Prozesse von „hinten nach vorne“ ist die Abbildung von „rechts nach links“ zu lesen.

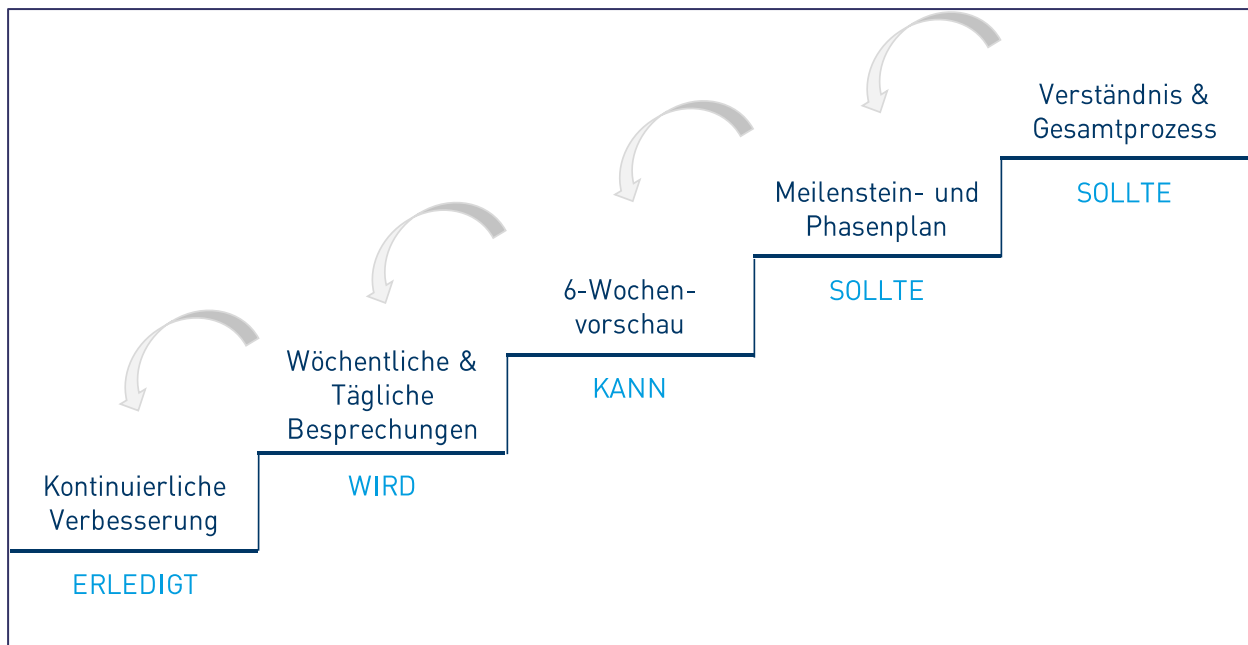


Abbildung 7: Durchführung des LPS⁸⁰

Hierbei können die ersten vier Systemelemente auch als unterschiedliche Flughöhen verstanden werden, auf denen der Planungs- und Bauprozess sowie dessen Steuerung betrachtet wird (Grobplanung bis Detailplanung). Die wichtigsten Beteiligten im LPS sind die „letzten Planer“ (Last Planner), die als Prozesseigner definiert werden. Diese sind für ihr jeweiliges Gewerk die letzten Personen, die Tätigkeiten für Ihr Team auf Tagesbasis planen, bevor diese umgesetzt werden. Entsprechend sind dies meist, je nach Projektphase, Fachplaner, planende Architekten, Bauleiter sowie Vorarbeiter und Poliere.

⁸⁰ (Refine Projects 2017)

5.2.3.1 Meilensteinplan/Rahmenterminplan und Gesamtprozessanalyse

Der erste Prozess im LPS gibt als Rahmenterminplan auf Meilensteinbasis den groben Rahmen und die Strategie des Projektes vor. Der Detaillierungsgrad bleibt dabei auf der Ebene von Meilensteinen.

Unabhängig davon kann mit dem Projektteam der gesamte Projektlieferprozess erarbeitet und visualisiert werden. Dies unterstützt das gemeinsame Verständnis bezüglich aller benötigten Teilprozesse, die zur Umsetzung der Strategie notwendig sind. Der Detaillierungsgrad dieser Analyse bleibt dabei auf Ebene der Prozessschritte je Gewerk ohne zeitliche Angaben. Dabei werden die für das Projekt relevanten Prozessinhalte, Besonderheiten, Projektbeteiligte, Lieferanten, limitierende Projektfaktoren, Transportwege, Werkzeuge, Materialbedarf, kritische Prozessschritte sowie mögliche Hindernisse durch die Prozesseigner definiert. Des Weiteren werden projektrelevante Schnittstellen erkannt, als solche definiert und mit den Prozesseignern abgestimmt. Ein besonderer Fokus liegt hierbei auf der Koordination parallellaufender Prozesse (vgl. Abbildung 8).



Abbildung 8: Gesamtprozessanalyse⁸¹

⁸¹ (Refine Projects 2017)

5.2.3.2 Kollaborative Phasenplanung

Bei der kollaborativen Phasenplanung wird gemeinschaftlich mit den Prozesseignern, meist für den Zeitraum zwischen zwei Meilensteinen (max. 20 bis 30 Wochen), der Produktionsprozess, basierend auf dem zugrundeliegenden Gesamtprozess, auf Wochen- und Gewerkebasis erarbeitet.

Die Planung erfolgt kollaborativ von „rechts nach links“, um eine Pull-Planung umzusetzen. In dieser kollaborativen Planung können, ähnlich wie in der TPTS⁸², eine Gewerkesequenz oder auch Taktsequenz auf Basis der erkannten Arbeitspakete integriert und durch die Prozesseigner als Gewerkezug eingeplant werden. Das Erfolgskriterium dafür ist, dass diese Phasen und Takte kollaborativ mit den Prozesseignern erarbeitet werden.

Dieser Plan dient als Grundlage für die Vorschauplanung und wird rollierend aktualisiert (vgl. Abbildung 9).

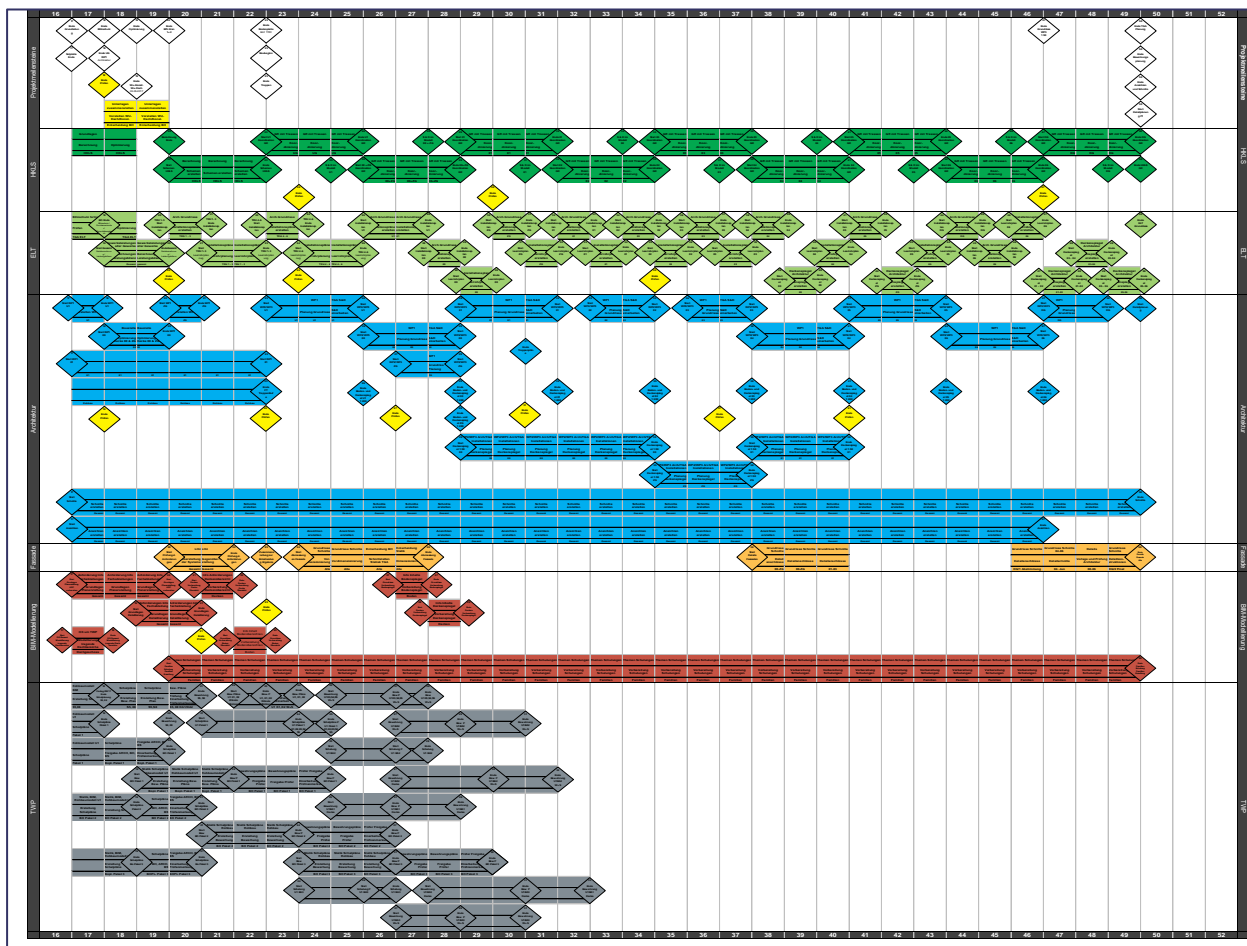


Abbildung 9: Phasenplan⁸³

⁸² Vgl. Kapitel 5.3

⁸³ (Refine Projects 2017)

Im Rahmen dieser Phasenplanung, spätestens aber zur Vorschauplanung, sollte ein Big Room⁸⁴ als Schaltzentrale für das LPS und die wöchentlichen Besprechungen eingerichtet werden (vgl. Abbildung 10).



Abbildung 10: Vorschauplanung⁸⁵

5.2.3.3 Vorschauplanung

Die Vorschauplanung (meist sechs Wochen) ermöglicht eine detaillierte, taggenaue Planung der bereits im Phasenplan definierten Phasen und Meilensteine je Gewerk. Die Vorschauplanung wird wöchentlich rollierend aktualisiert, damit das Vorscheufenster immer vorhanden ist.

Ziel der Vorschauplanung ist zum einen die Identifizierung und Beseitigung von Hindernissen einzelner Tätigkeiten, damit diese in die Wochenplanung der anstehenden Woche übernommen werden können, und zum anderen die Detaillierung der Arbeiten für die kommenden Wochen, um im Vorfeld die Produktionsplanung zu verstetigen.

⁸⁴ Vgl. Kapitel 8.2

⁸⁵ (KTC-Karlsruhe Technology Consulting GmbH 2017)

Die Prozesseigner erhalten im Rahmen der Besprechung die Möglichkeit, im integrierten Team alle Tätigkeiten innerhalb des Vorscheufens miteinander abzustimmen, Hindernisse frühzeitig zu erkennen und kollaborativ Lösungen zu finden. In diesem Zusammenhang werden auch durch ein Aktionsmanagement Aktionen definiert, die für eine hindernisfreie Durchführung der Tätigkeiten notwendig sind. Risiken werden ebenfalls erfasst, um diesen wiederum durch Aktionen entgegenzuwirken.

Die Einplanung der Vorschauplanung basiert auf dem Netzwerk von Zusagen und dem sogenannten Promise Cycle nach Flores⁸⁶, der definiert, wie zuverlässig Zusagen gegeben und gehalten werden.

5.2.4 Steuerung der Produktion mit dem Last Planner System (Produktionssteuerung)

Durch wöchentliche Besprechungen wird die Produktion gesteuert. Bei der Wochenplanung wird die Ausführung der hindernisfreien Arbeiten zugesagt und durchgeführt. Die Wochenplanung findet im Rahmen von Produktionsevaluations- und Produktionsplanungs-Besprechungen (PEP-Besprechungen) innerhalb eines Big Rooms⁸⁷ (visuelle Schaltzentrale) statt. In diesen Besprechungen wird die Vorschauplanung fortlaufend auf den Projektstand aktualisiert. Um diese Wochenplanung umzusetzen, treffen sich die Prozesseigner zusätzlich täglich für ca. 15 Minuten vor dem Wochenplan, um Ihre zugesagten Tätigkeiten direkt abzustimmen (tägliches Stand-Up-Meeting).

Zusätzliche visuelle Informationen werden am Ort der Wertschöpfung (Baustelle) angebracht, um den Handwerkern transparent die Produktionsinformationen zur Verfügung zu stellen.

Im Rahmen der PEP-Besprechungen werden Kennzahlen erfasst. In der Kennzahlenerfassung fließen die eingeplanten Zusagen für Tätigkeiten und Meilensteine ein. Ausgewertet wird, wie viele Zusagen im Team eingehalten werden konnten. Dies wird mit einem Prozentwert angegeben und gibt den Anteil der eingehaltenen Zusagen wieder. Ballard bezeichnet diesen Wert als Percent Plan Completed (PPC). Im Deutschen ist die Bezeichnung Prozentsatz eingehaltener Aussagen (PEA) oder Anteil eingehaltener Zusagen (AEZ) üblich.

Für alle nicht eingehaltenen Zusagen werden die Verzögerungs- und Störungsgründe ermittelt und aufgezeichnet. Weitere Kennzahlen im Rahmen des LPS sind das pünktliche Erreichen von Meilensteinen und/oder Task Made Ready (TMR). TMR bezeichnet die Fähigkeit, geplante Tätigkeiten innerhalb eines Zeitintervalls von Hindernissen zu befreien und diese wie ursprünglich geplant zu realisieren. TMR vergleicht die in der aktuellen Woche tatsächlich erledigten Aufgaben

⁸⁶ (Flores und Letelier 2012)

⁸⁷ Vgl. Kapitel 8.2

mit den Aufgaben, die in einer vorhergehenden Vorschauplanung zur Erledigung vorgesehen waren. TMR gibt also Auskunft darüber, wie zuverlässig die vorausschauende Planung des Teams ist und wie zuverlässig Faktoren, die die Erledigung von Aufgaben behindern, beseitigt werden.⁸⁸

Wichtig bei der Kennzahlenerfassung sind der Teamgedanke und der Effekt, dass diese für das kontinuierliche Lernen (Lessons Learned) genutzt wird. Daher wird besonderer Wert darauf gelegt, dass die Projektbeteiligten sich gegenseitig nicht bloßstellen oder blamieren. Eine PEP-Besprechung ist nicht mit einer traditionellen Projektbesprechung zu vergleichen (vgl. Abbildung 11).

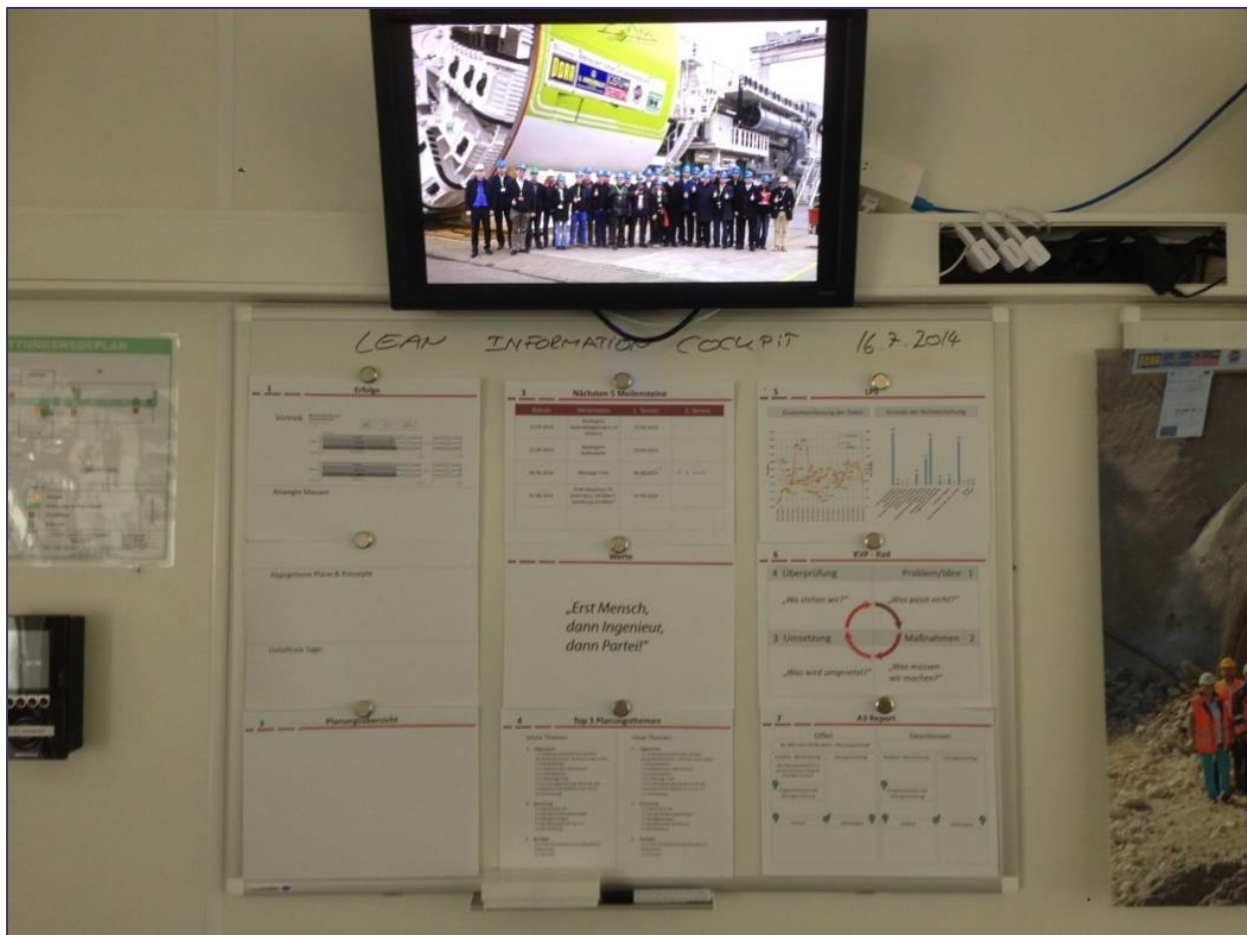


Abbildung 11: Kennzahlenerfassung⁸⁹

Zusätzlich gibt es als integralen Bestandteil des LPS noch sogenannte First Run Studies (FRS). FRS basieren auf dem PDCA-Zyklus.⁹⁰ Durch diese spezifische und detaillierte Prozessbetrachtung werden Ausführungsverfahren optimiert und sich wiederholende oder kritische Prozesse stabilisiert.

⁸⁸ (Tommelein und Ballard 2016)

⁸⁹ (KTC-Karlsruhe Technology Consulting GmbH 2017)

⁹⁰ Vgl. Kapitel 2.2.5

5.2.5 Überlegungen zur Umsetzung des Last Planner Systems

Falls LPS neu in eine Organisation, wie beispielsweise ein Unternehmen oder ein Projekt, eingeführt werden soll, ist es sinnvoll, dem zuvor vorgeschlagenen Prozess eine vorbereitende Phase voranzustellen, um den Beteiligten ein Grundverständnis des LPS zu vermitteln und sie dadurch zur Anwendung des LPS zu motivieren.

Im Rahmen der Implementierung von LPS sind auch Risiken zu beachten. Bereits bei der Einführung kann es durch jahrelang eingefahrene Arbeitsweisen Widerstand von Projektbeteiligten geben, das neue System anzunehmen und durchzuführen. Dem kann jedoch durch eine angemessene Einführung des Systems und Coaching der Projektbeteiligten entgegengewirkt werden.

Während der Implementierung von LPS kann außerdem die Situation eintreten, dass Projektbeteiligte in traditionelle Planungs- und Besprechungsformen, wie z.B. Schuldzuweisungen, zurückfallen. Dem kann ebenfalls durch gegenseitiges Vertrauen, Verständnis und Coaching entgegengewirkt werden.

Eine angemessene Einführung von LPS ist von großer Bedeutung, um Widerstand gegenüber dem neuen System zu minimieren. LPS basiert auf den fünf Lean Prinzipien nach Womack und Jones.⁹¹ Zusätzliches Potential entfaltet diese Methode aus ihrem besonderen Fokus auf soziale Komponenten.⁹² Durch Kollaboration, Vertrauen und angemessenes Coaching können Zusagen zuverlässiger eingehalten, Prozessabläufe verbessert und dadurch Zeit-, Kosten- und Qualitätsziele optimiert werden.⁹³

5.3 Taktplanung und Taktsteuerung

5.3.1 Einleitung

Die Taktplanung und Taktsteuerung (TPTS) ist eine Methode zur Produktionsplanung und -steuerung für Bauprojekte über alle Projektphasen vom Planen und Bauen bis zur Inbetriebnahme, die sich an den Lean Prinzipien von Womack und Jones⁹⁴ orientiert.⁹⁵

Die dabei zugrunde gelegte kurzzyklische und detaillierte Prozessgestaltung nach den Lean Prinzipien lässt sich für die TPTS wie folgt veranschaulichen:

⁹¹ (Womack und Jones 2003)

⁹² (Ballard 2002)

⁹³ (Flores und Letelier 2012)

⁹⁴ Vgl. Kapitel 2.2

⁹⁵ (Womack und Jones 2003)

1. Eine kontinuierliche Identifikation des Kundenwerts, kollaborative Zusammenarbeit in integrierten Teams und die Konzentration auf das Gesamtprojekt sind dabei die wesentlichen Grundelemente.
2. Die Gewerke werden aneinandergeschaltet (Gewerkezug) und fließen in einer festen Reihenfolge durch das Bauwerk (Los/Taktbereich).
3. Der Gewerkezug läuft in einem festen Rhythmus, dem Takt, durch das Gebäude. In der Produktion auf der Baustelle nimmt der Takt ein zentrales Element in der Koordination von Abläufen ein. Der Takt kann als ein Impulsgeber verstanden werden, der in gleich großen Zeitintervallen eine Aktion hervorruft.⁹⁶ Der Takt wird im Rahmen der Definition der Lean Prinzipien nach Womack und Jones nicht ausdrücklich als ein solches Prinzip genannt. Er ist vielmehr ein Unterelement des Flusses und dient als Hilfsmittel, einen Fluss zu erzeugen.⁹⁷
4. Die Übertragung eines Taktes auf einen oder mehrere Vorgänge wird als Taktung bezeichnet. Somit werden Zeit und Ort definiert und dem Fluss wird eine einheitliche Geschwindigkeit gegeben.
5. Die Arbeitsschritte werden verschwundungsarm bzw. bedarfsgerecht aneinandergeschaltet, so wie sie benötigt werden – nicht früher und nicht später. Die Ermittlung erfolgt „von hinten nach vorne“ gemäß dem Pull-Prinzip. Die Fertigstellung eines Loses/Taktbereiches durch ein Gewerk zieht den nahtlosen Arbeitsbeginn des Folgewerkes nach sich.
6. Es wird eine kontinuierliche Verbesserung und Stabilisierung der Prozesse/Arbeitsschritte mit dem Ziel der Fehlervermeidung angestrebt.
7. Ein weiteres wesentliches und durchgängiges Merkmal bei diesem System ist ein konsequentes visuelles Management. Dadurch werden die Bauprozesse für alle Beteiligten klar, verständlich und transparent dargestellt.

5.3.2 Mehrwert der Taktplanung und -steuerung gegenüber der klassischen Bauabwicklung

Die Anwendung der TPTS führt im Vergleich zur klassischen Bauabwicklung zu einem Mehrwert für das Gesamtprojekt. Die folgenden Punkte zeigen beispielhaft, worin dieser Mehrwert sich äußert:

- Innerhalb des Projektteams wird eine offene Kommunikationskultur geschaffen.
- Bauabläufe werden transparent, messbar und klar voraussehbar.
- Die Wertschöpfung rückt in den Mittelpunkt.
- Probleme und Hindernisse werden vor der Ausführung erkannt und können rechtzeitig gelöst und beseitigt werden.
- Alle am Bau Beteiligten werden frühzeitig mit ihren Erfahrungen in den Prozess einbezogen.

⁹⁶ (Haghsheno et al. 2016)

⁹⁷ (Westkämper 2006)

- Bauleistungen werden harmonisiert und in einem klaren Rhythmus bzw. Takt geplant und ausgeführt.
- Es tritt der Effekt der kontinuierlichen Verbesserung ein. Das Ziel ist eine selbstlernende und sich kontinuierlich verbessernde Organisation.
- Die Produktivität wird in allen Projektphasen gesteigert.
- Projekte können im Termin, im Budget, ohne Mängel und mit stabilen Prozessen realisiert werden.
- Die Zufriedenheit und Stabilität wird für alle Projektbeteiligten gesteigert.

5.3.3 Planung der projektbasierten Bauproduktion mit der Taktplanung und -steuerung (Produktionsplanung)

5.3.3.1 Strukturierung des Projektes

Bei einem Bauprojekt, das mit der Methode TPTS ausgeführt wird, werden die folgenden Strukturierungen zum Projektstart empfohlen:

1. Erfassen, Festlegen und Visualisieren aller für das Projekt wesentlichen Meilensteine bzw. Ecktermine.
2. Erfassen aller vereinbarten Qualitäten des Projektes.
3. Definieren der für einen reibungslosen Prozessablauf notwendigen personellen Kompetenzen und Verantwortlichkeiten.
4. Definieren der Bauphasen, die mit der Methode TPTS realisiert werden sollen. Beispielsweise sind hier für ein Hochbauprojekt zu nennen:
 - Planung
 - Erdbau
 - Gründung
 - Rohbau
 - Fassade
 - Ausbau
 - Inbetriebnahme etc.

Idealerweise erfolgt der Einstieg so früh wie möglich, also in der frühen Planungsphase. Der Start vor Beginn der Ausbauphase ist ebenfalls möglich. In eine bereits laufende Projektphase einzusteigen ist jedoch nicht empfehlenswert.

5. Definieren von Bauabschnitten und Unterteilung in Lose/Taktbereiche.
Hierbei wird zwischen wiederholbaren (z.B. Betonierbereiche, Büros, Hotelzimmer, Fassa-

den, Wohnungen etc.) und nicht wiederholbaren Losen/Bereichen (z.B. Lobby, Casino, Technikzentralen) unterschieden. Die Lose/Taktbereiche stellen die Arbeitsbereiche dar, in denen die Bauprozesse nach den Lean Prinzipien ausgerichtet werden.

5.3.3.2 Entwicklung einer Taktplanung

Bei der Taktplanung geht es darum, die Bauprozesse innerhalb der Lose nach den Lean Prinzipien auszurichten. Ein wesentliches Struktur- bzw. Ordnungselement ist dabei das Ermitteln eines Arbeitstaktes. Nach bisherigen Erfahrungen wird der Taktplan in zwei Phasen erzeugt:

- 1. Phase: Erarbeiten der Gewerkezüge (Gewerkereihenfolge)
- 2. Phase: Zusammenfügen der Gewerkezüge zu einem getakteten Gesamtterminplan

1. Phase

Zu Beginn erfolgt die Festlegung, Darstellung, Visualisierung und Definition des zu bearbeitenden Loses (wiederholbar und nicht wiederholbar). Wichtig ist hierbei, dass diese Phase mit ausreichendem Vorlauf vor dem Realisierungsbeginn erfolgt.

- Die Erarbeitung des Gewerkezuges erfolgt nun idealerweise kollaborativ im Rahmen eines Workshops mit allen beteiligten Prozesseignern (Gewerken, Planern etc.) gemäß dem Pull-Prinzip verschwendungsarm von hinten nach vorne auf visueller Basis. Der Gewerkezug enthält sowohl die festgelegte Gewerkereihenfolge, die Definition der Schnittstellen zwischen den Gewerken, alle Leistungen innerhalb eines Loses als auch die Durchlaufzeit.
- Die Beteiligung und Integration der Prozesseigner führt dazu, dass das Ergebnis einen hohen Verbindlichkeitsgrad aufweist, in das die Erfahrungen aller einfließen können. Abbildung 12 zeigt beispielhaft die beschriebene Erarbeitung des Gewerkezuges im Rahmen eines Pull-Planungs-Workshops.

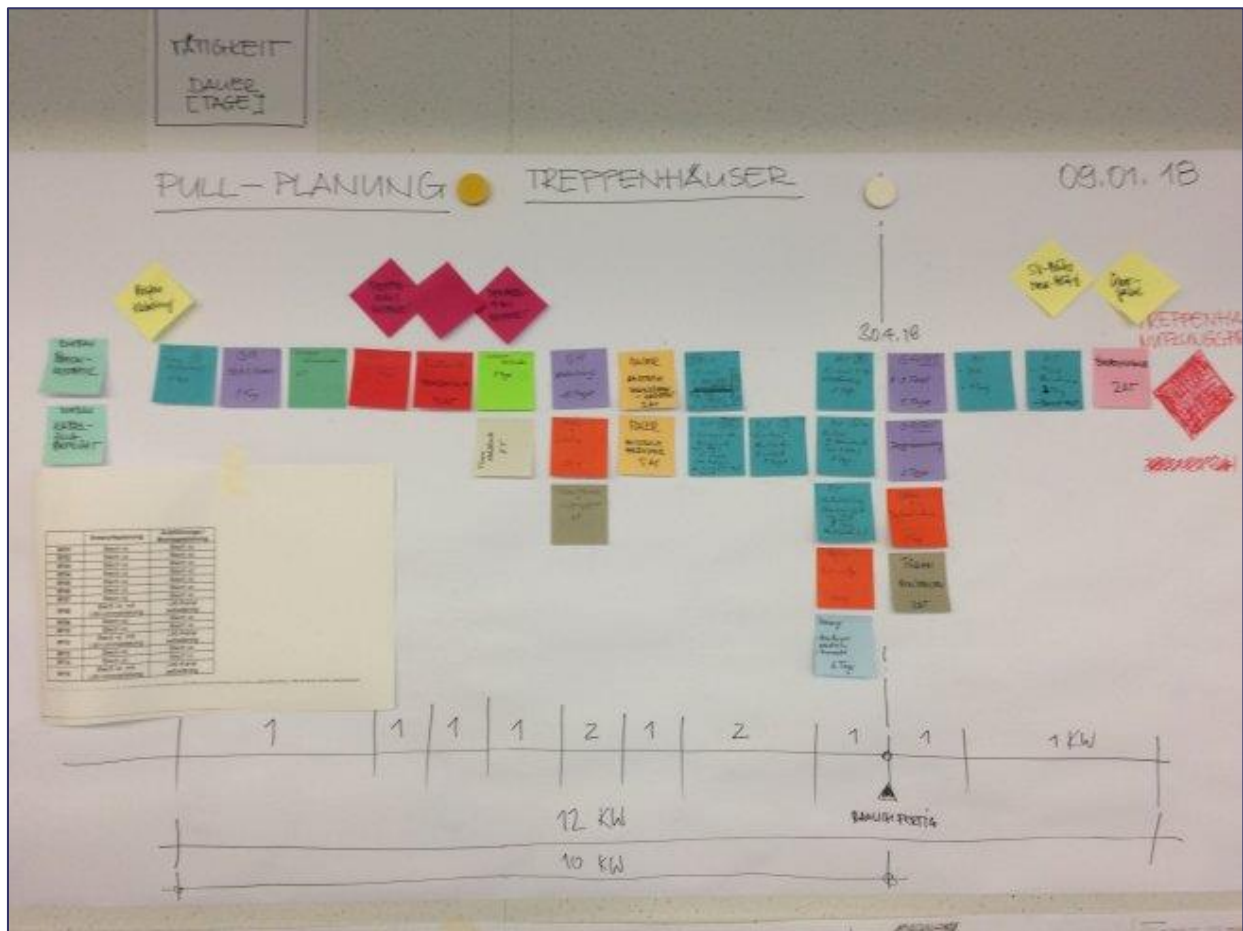


Abbildung 12: Beispielhafte Darstellung des Gewerkezug im Rahmen der Pull-Planung⁹⁸

Empfehlenswert ist die Beachtung des Grundsatzes, dass pro Los und Takt nur ein Hauptgewerk bzw. eine Haupttätigkeit ausgeführt wird. Ebenso sollten Puffer sichtbar ausgewiesen werden.

- Bei der Ermittlung des Taktes haben sich in der Praxis aktuell zwei Verfahren entwickelt:
 - i. Der Takt wird aufgrund von Erfahrungen im Pull-Planungs-Workshop vorgegeben bzw. ermittelt.
 - ii. Der Takt wird auf Basis von Aufwandswerten errechnet.

In der Praxis haben sich sowohl Tages- als auch Wochentakte bewährt.

Das Bauen in einem Takt kann auch im LPS Anwendung finden. Dort wird der Gewerkezug ausschließlich mit Einbindung der Prozesseigner/Nachunternehmer erzeugt.

⁹⁸ (Ed. Züblin AG)

2. Phase

In der zweiten Phase werden die einzelnen Gewerkezüge zu einem getakteten Gesamtterminplan zusammengefügt und sinnvoll verknüpft. Ein solcher Gesamtterminplan ist beispielhaft in Abbildung 13 und Abbildung 14 dargestellt.

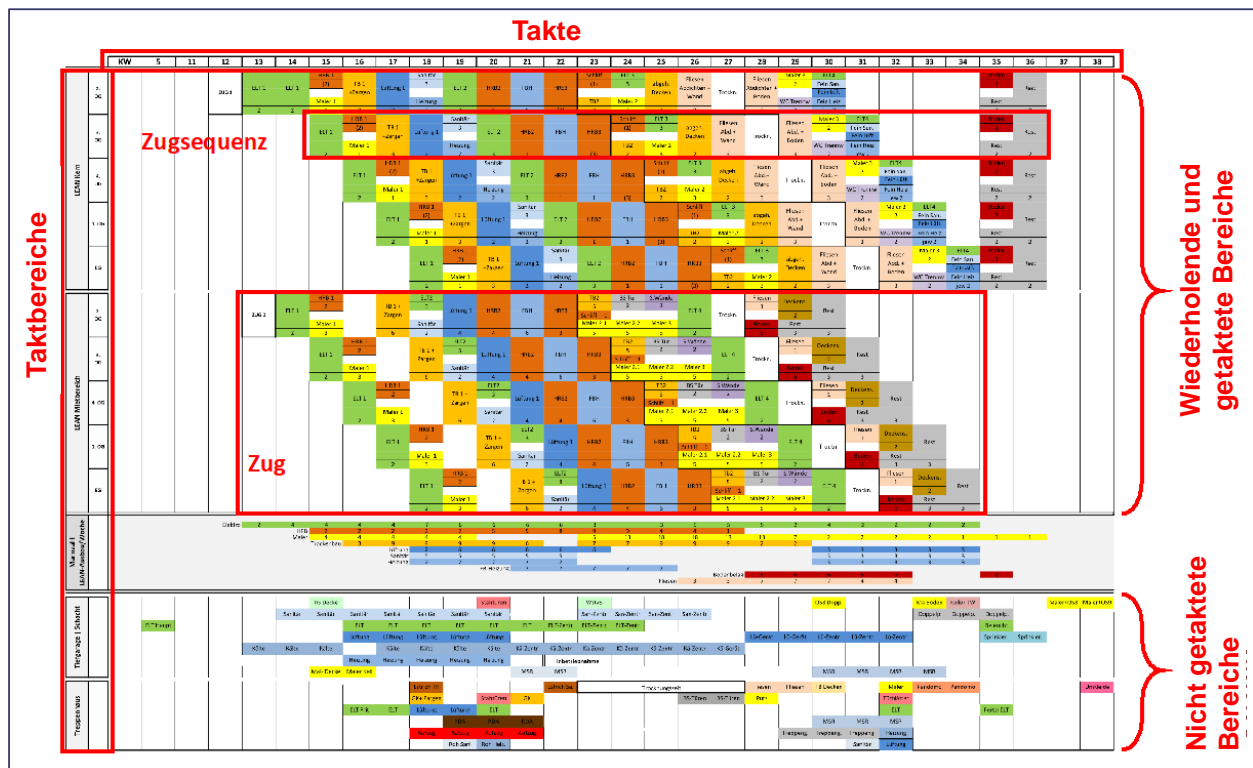


Abbildung 13: Beispielhafte Darstellung eines getakteten Gesamtterminplans⁹⁹

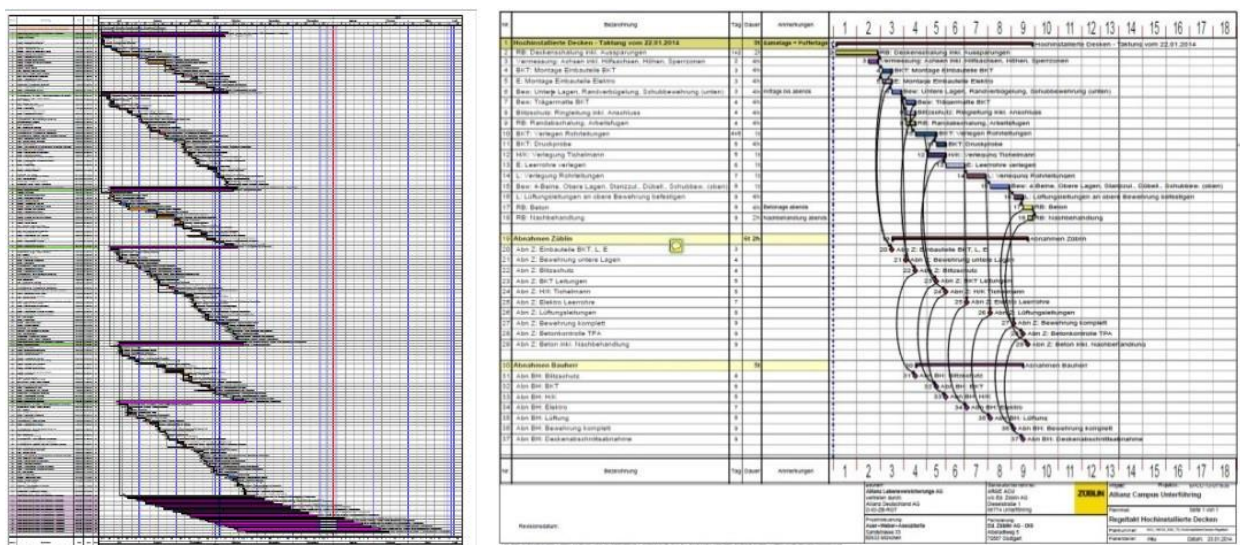


Abbildung 14: Beispielhafte Darstellung eines getakteten Gesamtterminplans¹⁰⁰

⁹⁹ (Haghsheno et al. 2016)

¹⁰⁰ (Ed. Züblin AG)

In diesem Gesamtterminplan sollten möglichst die Projektphasen

- Planung,
- Vergaben,
- Ausführung,
- Inbetriebnahme und
- Abnahme

enthalten und sinnvoll miteinander verknüpft sein.

5.3.4 Steuerung der Bauproduktion mit der Taktplanung und -steuerung (Produktionssteuerung)

5.3.4.1 Vorbemerkung

Der in der Phase Taktplanung entwickelte Gesamtterminplan auf Tages- oder Wochenbasis mit Meilensteinen bildet die Grundlage für die Taktsteuerung.

Für die Produktionssteuerung als Ergänzung zur klassischen Baubesprechung und Baubegehung stehen gemäß bisheriger Erfahrung aus der Praxis folgende Ansätze zur Verfügung:

- Zentral in einem Big Room¹⁰¹
- Dezentral im Los/Taktbereich am Ort der Wertschöpfung auf der Baustelle

Diese Ansätze werden nachfolgend mit Beispielen zu Möglichkeiten der Visualisierung beschrieben.

5.3.4.2 Zentrale Steuerung im Big Room/in der Steuerzentrale

Im Rahmen der zyklischen Taktsteuerungsbesprechung werden an Visualisierungstafeln in Wandplakatform im Big Room/in der Steuerzentrale mit den beteiligten Prozesseignern die Ergebnisse der Gewerke tag-genau festgehalten, ausgewertet oder ggf. korrigiert.

Treten Abweichungen bei einzelnen Prozesseignern auf, so ist es das Ziel, durch geeignete Maßnahmen wieder in den geplanten Takt bzw. Ablauf zu kommen.

Die Visualisierungstafeln als Arbeitsinstrumente sollten neben der Loseinteilung in einem rollierenden System den vorherigen Zyklus, den aktuellen Zyklus, zwei Vorschauzyklen und eine terminbezogene Meilensteinübersicht im Überblick enthalten.

¹⁰¹ Vgl. Kapitel 8.2

Die Abbildungen 15 bis 17 veranschaulichen die Arbeit in einem Big Room/in einer Steuerzentrale sowie die Auswertung der Arbeitsergebnisse der Gewerke.

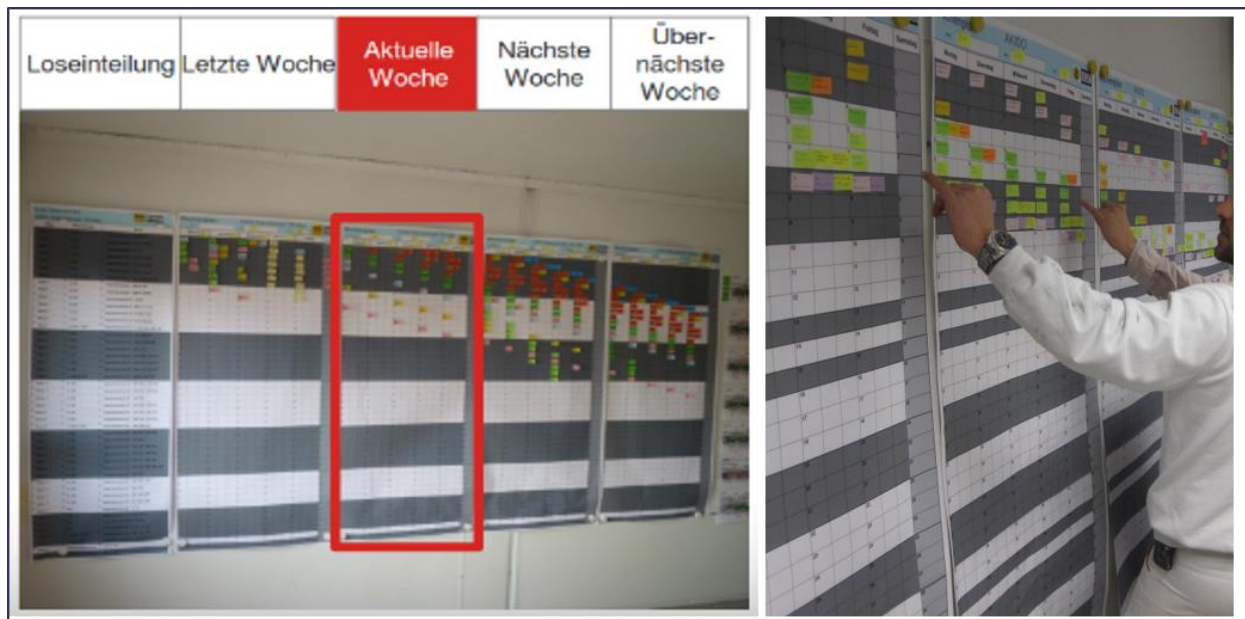


Abbildung 15: Taktsteuerungsbesprechungen in einem Big Room¹⁰²

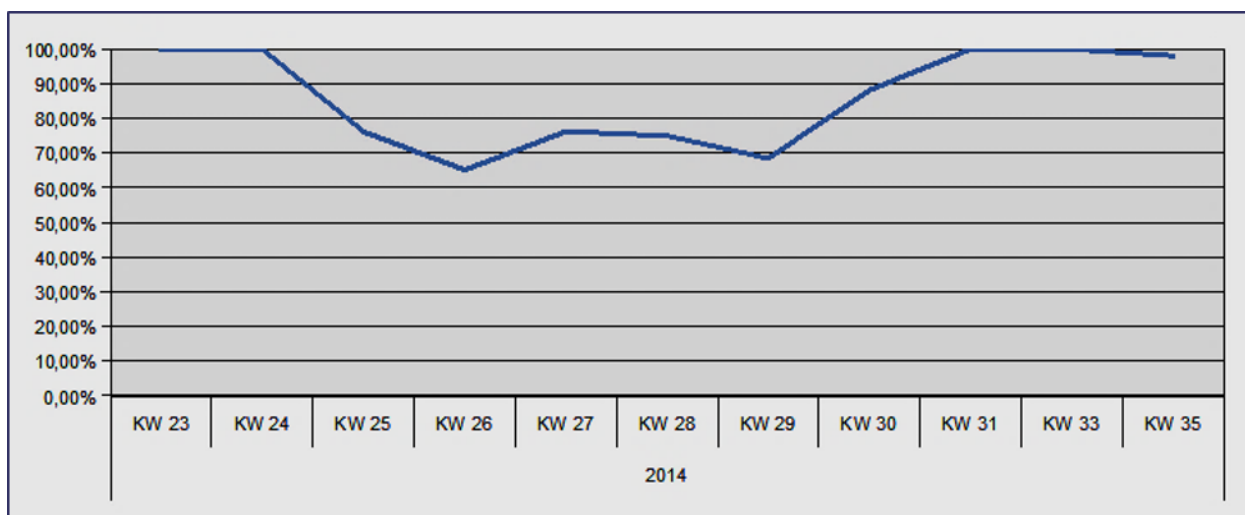


Abbildung 16: Grafische Auswertung des PEA-Wertes¹⁰³

¹⁰² (Ed. Züblin AG)

¹⁰³ (Ed. Züblin AG)

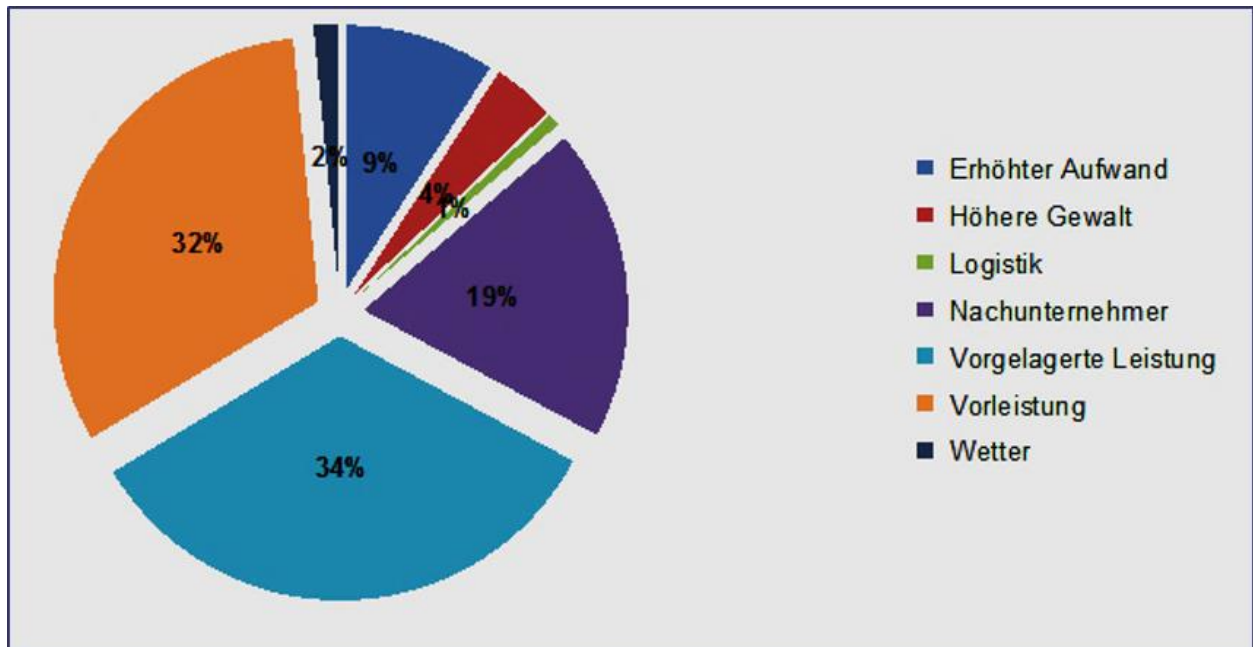


Abbildung 17: Auswertung der Gründe für Abweichungen vom geplanten Takt¹⁰⁴

5.3.4.3 Dezentrale Steuerung am Ort der Wertschöpfung auf der Baustelle

An den Statustafeln auf der Baustelle im jeweiligen Los werden die Prozesseigner und Nachunternehmer bzw. Gewerke über ihre Arbeitspakete informiert (vgl. Abbildung 18).



Abbildung 18: Arbeit an der Statustafel¹⁰⁵

¹⁰⁴ (Ed. Züblin AG)

¹⁰⁵ (Ed. Züblin AG)

Ebenso werden diese Tafeln zum Erfassen, Prüfen und Auswerten der Leistungen im Los verwendet. Somit wird eine durchgehende Kommunikation und Transparenz von der Projektleitung bis hin zu den Handwerkern sichergestellt. An den Statustafeln erfolgt möglichst täglich eine gemeinsame Kontrolle und Steuerung der geplanten bzw. erbrachten Leistungen. Abweichungen vom Soll werden schnellstmöglich korrigiert.

Für die Gewerke ergeben sich entscheidende Vorteile. Neben einem klar definierten Leistungssoll führen die nachfolgenden Punkte zu einer deutlichen und messbaren Leistungssteigerung:

- ungestörter Arbeitsablauf/vorhandene und definierte Vorleistung sowie Schnittstellenfestlegung
- zeitnahe Problemlösung und intensive Betreuung durch die örtliche Bauleitung
- Stabilität und Planbarkeit
- Lerneffekte mittels hohen Wiederholungsgrads ermöglichen Effizienzsteigerung der Arbeitskolonnen

5.3.4.4 Kennzahlenerfassung/kontinuierliche Verbesserung

Im Wesentlichen können folgenden Kennzahlen zur Messung der Wirksamkeit der TPTS herangezogen werden:

Termin:

- Prozesszuverlässigkeit (PEA bzw. AEZ) in Anlehnung an LPS:
Diese wird im Rahmen der Produktionssteuerung/Taktsteuerung zyklisch gemessen und mit den Prozesseignern ausgewertet.¹⁰⁶
- Meilenstein-Erfüllungsgrad
- Durchlaufzeit für den Gewerkezug

Qualität:

- Mängel pro Abschnitt
- Abnahmemängel
- Gewährleistungsmängel

Kosten:

- Kosten aus gestörtem Bauablauf
- Erreichen des Soll-Ergebnisses

¹⁰⁶ Vgl. Kapitel 5.2

Motivation:

- Ordnung und Sauberkeit
- Teilnehmerquote an Taktsteuerungsbesprechungen und Statusbegehungen
- Arbeitssicherheit

5.3.5 Überlegungen zur Umsetzung der Taktplanung und -steuerung

Lean Projekte verfolgen das Ziel, mit stabilen Prozessen, im Termin, im Budget und ohne Mängel eine hohe Zufriedenheit beim Kunden zu erzeugen.

Ein wesentliches Ziel der Methode der TPTS ist eine kontinuierliche Verbesserung der Prozesse. Hierbei geht es zunächst nicht um eine Beschleunigung des Bauablaufs durch Verkürzung der Taktzeit im Projekt. Vielmehr geht es im ersten Schritt um die Stabilisierung der Prozessschwankungen und Erhöhung der Qualität im Projekt.

Die Lernkurve in einem Projekt sollte sich idealerweise von Taktbereich zu Taktbereich verbessern. Der projektübergreifende Lernprozess hat im zweiten Schritt die Aufgabe, die Durchlaufzeit durch die Erfahrungszunahme zu verkürzen.

Für die Implementierung der Methode empfiehlt sich, sowohl zur Verdeutlichung der Lean Prinzipien als auch zur Erklärung der Methode selbst, ein geeignetes Schulungskonzept bzw. der Einsatz einer Lernsimulation mit einem Baustellenmodell.

Mögliche Herausforderungen und Widerstände bei der Implementierung können durch fehlendes Managementverständnis und durch unzureichende Managementunterstützung auftreten. Ferner können fehlende Voraussetzungen wie beispielsweise unzureichende Planungsleistungen, eine nicht passende Projektorganisation oder auch verspätete Vergaben dazu führen, dass die Potentiale der Methode nicht gehoben werden bzw. im schlimmsten Fall auch zu deren Versagen führen können.

6 Lean Design

6.1 Einleitung

Die Lean Prinzipien finden zunehmend auch Anwendung in der Planungsphase. Neben dem Last Planner System (LPS)¹⁰⁷ kommen Methoden wie das Set Based Design (SBD) und das Target Value Design (TVD) zur Anwendung. Im Rahmen von SBD werden mehrere Design-Optionen möglichst lange parallel zueinander weiterentwickelt, um den Kundenwert zu maximieren. Bei TVD wird die Planung anhand von fest vorgegebenen Zielkosten erarbeitet. Hier sind die Kosten nicht das Ergebnis des Planungsprozesses, sondern eine Randbedingung, die im Rahmen der Planung zu beachten ist.

6.2 Grundlagen

Lean Design ist die Anwendung der Lean Management-Philosophie, der Lean Prinzipien und der Lean Management-Methoden in der Planungsphase von Bauprojekten.

Beim Projektmanagement in der Planungsphase nach Lean Management-Gesichtspunkten sind die folgenden, den Prozess und das Produkt betreffenden, Ansatzpunkte wesentlich:

1. Terminplan der Planungslieferung:
 - Kundenausrichtung: Synchronisierung mit dem Bauablaufplan
 - Strukturierung nach Lean Prinzipien (1-Stück-Fluss, Pull-Prinzip)
2. Koordination und Terminierung der zur Planlieferung nötigen Aufgaben, Abstimmungen, Handlungen und Entscheidungen, d.h. Management des Netzwerkes der zur finalen Planungserstellung erforderlichen Beteiligten: Architekten, Fachplaner, Bauherr, Behörden, bauausführende Unternehmen etc.
3. Inhaltliche Qualität der Planung:
 - Inhaltliche Richtigkeit gemäß technischen Anforderungen und dem vom Bauherrn geforderten Bausoll
 - Vollständigkeit
 - Kundenausrichtung: Verwertbarkeit des gelieferten Plans bzw. der zugelieferten Information für den Empfänger (Fachplaner, Architekt, Bauausführender)
 - Modularisierung, Standardisierung und Wiederholung von Elementen soweit möglich

¹⁰⁷ Vgl. Kapitel 5.2

In der Planungsphase können sowohl das LPS als auch die TPTS im Sinne von Lean Design Anwendung finden. Auch in der Planung kann der Takt als Gestaltungselement zur Erzeugung von Fluss in den Abläufen verwendet werden. Im Folgenden wird die Anwendung von LPS in der Planungsphase genauer erläutert.

6.3 Last Planner System in der Planungsphase

Die international am weitesten verbreitete Lean Management-Methode zum Projektmanagement in der Planungsphase und der Synchronisierung mit der Bauausführung ist das LPS (siehe hierzu Kapitel 5.2). Analog kommt LPS mit den folgenden Elementen in der Objektplanung zum Einsatz:

1. Meilensteinplan/Rahmenterminplan, auch die Gesamtprozessanalyse (GPA) kann hier angewendet werden
2. Phasenplanung (Pull-Planung) mit Übergaben sowie Anordnung der Phasen und Erstellung des Gesamtplanungsterminplans
3. Vorschauplanung zur Terminierung der Arbeitspakete
4. Wochenplanung und Daily-Stand-Up-Meetings
5. Auswertung sowie Verbesserung auf Basis von Kennzahlen

Im Folgenden werden diese Elemente mit deren Zweck und Inhalten innerhalb der Planungsphase beschrieben:

1. Meilensteinplanung

Ziel und Zweck der Meilensteinplanung ist es, die wichtigsten vertraglichen und prozessualen Meilensteine im Team zu identifizieren, zu erörtern und zu priorisieren sowie die zu detaillierenden Phasen festzulegen. Beispiele für Meilensteine umfassen:

- Einreichung Bauantrag
- Fertigstellung Planung Bauabschnitte A-N (Bauteile, Geschosse, Einheiten, Sonderbereiche) bzw. je zeitlichem Abschnitt (Aushub, Roh-/Ingenieurbau, Hülle, TGA und Ausbau)
- Angabe Großgeräte an Tragwerksplanung
- Übergabe Verbraucherliste (Geräte) an Elektro-Planung u.a.
- Übergabe Schlitze und Durchbrüche von TGA an Architekten
- Fertigstellung Türliste zur Übergabe an Elektro-Planung u.a.
- Abschluss Hausanschlussplanung
- Lieferung Planpaket X an Bauherr/Planungskoordinator
- Lieferung Pläne auf Baustelle

2. Phasenplanung (Pull-Planung) und Erstellung des Gesamtplanungsterminplans

In der Phasenplanung werden Aufgaben, Abstimmungen, Handlungen und Entscheidungen in einer bestimmten zeitlichen Phase oder zur Erreichung eines Meilensteins im Kreise der Prozess-Ausführenden, konkret die Führungskräfte der Planungsbeteiligten, detailliert. Der Detaillierungsgrad liegt hier in etwa bei Wochenpaketen. Die Dauer der Phase sollte daher sechs Monate nicht überschreiten, um den aufkommenden Umfang an Tätigkeiten beherrschbar zu halten. Liegen wichtige, zu berücksichtigende Meilensteine z.B. ein Jahr auseinander, empfiehlt es sich, diesen Zeitraum in mehrere kleinere, greifbare Phasen zu strukturieren und daraus einen Gesamt- oder Rahmenterminplan zu erstellen. Alternativ kann die Phase auf einen Zeitraum von sechs bis zwölf Monaten mit entsprechenden Zwischenmeilensteinen ausgedehnt werden. Es gilt, die Tätigkeiten eines jeden Ausführenden mit Dauern und benötigten Vorleistungen transparent mit den anderen Beteiligten abzustimmen und die Durchlaufzeit der Phase insgesamt zu ermitteln. Transparent bedeutet hier insbesondere, für alle erkennbar darzustellen, welche Tätigkeiten tatsächlich in einer Woche ausgeführt werden. Es ist nicht ausreichend eine Tätigkeit als Balken mit einer Dauer von sechs Wochen darzustellen. Bei den Wochenpaketen ist es wichtig, realistisch zu planen, persönliche Puffer auszuweisen und zu erörtern, diese ggf. auf ein angemessenes Maß zu reduzieren und verbleibende Puffer gesammelt am Ende der Phase zu platzieren. Ist die Durchlaufzeit für das Bauprojekt zu lang, wird im zweiten Schritt optimiert. Eine Optimierung kann z.B. durch die Reduzierung der Planpaketgrößen erfolgen, da so Übergaben zum nächsten Gewerk schneller stattfinden können.

Typische Phasen und Abläufe sind hier Aufgaben bis zur Einreichung des Bauantrags, Planung von Bauabschnitten wie Geschossen, Treppenhäusern etc. oder die Erstellung von Planpaketen. Typische Arbeitspakete sind die Erstellung von Plänen oder Schemata, Koordinierung, Prüfung, Gleichstellung, Freigabe etc. Es ist zunächst eine Teamaufgabe, sich der Tätigkeiten der anderen Beteiligten, ihrer Dauern, der richtigen Reihenfolge sowie der für den Nachfolgenden benötigten Form und Qualität bewusst zu werden. Dies erfolgt der Erfahrung nach am besten visuell mit Haftnotizen, da die physische/haptische Arbeit das wirkliche Verstehen der Inhalte fördert. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Symbolik der Haftnotizen. Jede von ihnen bedeutet eine Verpflichtung des jeweiligen Ausführenden, um im Team einen gemeinsamen, verbindlichen und verlässlichen Gesamtablauf aufzustellen. Es materialisiert sich damit die Arbeitskultur des Aufeinanderzugehens und der gegenseitigen Rücksichtnahme im Hinblick auf die Erreichung der Gesamtziele des Projekts. Dies kann individuell für die Beteiligten natürlich Unbequemlichkeiten sowie ein Verlassen der Komfortzone bedeuten und bedarf einer straffen Führung durch die Projektleitung. Mit Blick auf das Gesamtergebnis des Projekts ist dies jedoch erforderlich. Im zweiten Schritt wird das Ergebnis der visuellen Planung digitalisiert, um eine saubere Darstellung und Verteilung zu ermöglichen.

Sind alle erforderlichen Phasenplanungen erfolgt, werden diese gemäß der notwendigen Lieferzeitpunkte für die Baustelle angeordnet. Ein zweiter, wenn nicht der schwierigste Schritt, besteht darin, die Aufgaben über alle Phasen und Bauabschnitte zu glätten, um eine realistische und gleichmäßige Arbeitsauslastung der Planer und damit einen gleichmäßigen Kapazitätenbedarf über die Projektdauer zu erzielen. Dies dient dazu, die Verlässlichkeit der Lieferung von Plänen und der Erledigung von Aufgaben zu erhöhen, um eine verlässliche Gesamtfertigstellung zu realisieren.

Der Gesamtplan über alle Phasen stellt das Soll der terminlichen Erstellung der Planung dar. Die Erstellung des Gesamtterminplans erfolgt unter Führung des Gesamtprojektleiters bzw. Planungskoordinators in Zusammenarbeit mit und Unterstützung durch das bauausführende Team (je nach Projektkonstellation), Lean Experten und Terminplaner.

3. Vorschauplanung – Terminierung der Arbeitspakete

Zur Umsetzung des Solls aus dem Gesamtterminplan wird in Abhängigkeit von den Projektanforderungen eine Vorschauplanung von zwei bis zwölf Wochen generiert, d.h. die Soll-Tätigkeiten für das jeweilige Zeitfenster werden ausgewiesen. Der Detaillierungsgrad bleibt hierbei für die weiter in der Zukunft liegenden Tätigkeiten (12-Wochen-Vorschau) auf Niveau der Phasenplanung und steigt mit näher rückendem Zeitfenster. Ziel hierbei ist, Vorgänge und Entscheidungen mit längeren Vorlaufzeiten und Dauern zu identifizieren, um entsprechende Maßnahmen zur Erledigung früh genug in die Wege zu leiten.

Je nach Projektgröße und -komplexität sowie Beschaffenheit des Planungsbüros wird für die 6-Wochen-Vorschau ein Produktionsplan der Planung auf Tagesbasis erstellt. Dies wird im Idealfall durch die Planer der jeweiligen Gewerke, die selbst für das Projekt planen, unter Führung des Gesamtprojektleiters zur Einhaltung der für das Projekt notwendigen Termine durchgeführt. Diese Planung erfolgt für die nächsten sechs Wochen auf Tagesbasis nach dem Pull-Prinzip (bedarfsorientiert). Zu diesem Zweck werden die entsprechenden Meilensteine in eine 6-Wochen-Vorschau mithilfe von Haftnotizen übertragen und die Wochenpakete zur Erreichung des Phasenmeilensteins in tägliche Aktivitäten der Planer zergliedert. Dieses Vorgehen erhöht die Transparenz im Planungsprozess und intensiviert das kollaborative Zusammenarbeiten im Projektteam. Des Weiteren werden durch diese Art der Visualisierung und Zusammenarbeit potentielle Hindernisse innerhalb der 6-Wochen-Vorschau kontinuierlich aufgedeckt, um diese im Team gemeinsam zu eliminieren.

Je nach Projektkomplexität und räumlicher Entfernung der Planungsbeteiligten kann hier auch weiterhin ein Übersichtsplan der Wochenpakete aus dem Gesamtterminplan, verteilt vom Gesamtprojektleiter, verwendet werden.

Spätestens in der 3- oder 2-Wochen-Vorschau sollten jedoch auch in solchen Fällen die Wochenpakete aufgelöst und konkrete Tätigkeiten angegeben werden, um die Schaffung von Vorleistungen bzw. das Ausräumen von Unklarheiten und Hindernissen in den Fokus zu rücken.

4. Wochenplanung und Daily-Stand-Up-Meetings

In der Wochenplanung der Teamleiter werden die unmittelbar in der nächsten Woche bzw. in den nächsten zwei bis drei Wochen gemäß Planung anstehenden Aufgaben konkret, wenn möglich und erforderlich tag-genau, aufgeführt und verbindlich vereinbart.

Zur Umsetzung der Tagesplanung und letztlich der Wochenpakete empfehlen sich teaminterne tägliche „Stand-Up-Meetings“ (Huddles) und wöchentliche Besprechungen für die Produktionsevaluations und Produktionsplanungs-Besprechungen (PEP-Besprechungen). Diese gleichen dem Scrum¹⁰⁸ Review und ermöglichen eine kurzzyklische und agile Anpassung der Planung.

Eine räumliche Trennung des Teams, z.B. von Architekten und Fachplanern, erschwert naturgemäß das Management des Planungsprozesses mit dem beschriebenen Vorgehen. Bei sehr großen Projekten und/oder einer hohen Projektkomplexität tritt des Weiteren eine sehr große Menge an Aufgaben bei einer Vielzahl an Beteiligten auf. Zur Überwindung der räumlichen Trennung und Beherrschung des Aufgabenumfangs, d.h. zur übersichtlichen Kommunikation und Nachverfolgung, zeigen sich filterbare Listen als eine praktikable Form für die tägliche Organisation. Dies ersetzt jedoch in keinem Falle das Aufsetzen des Gesamttermin- bzw. Produktionsplans bestehend aus den Phasenplanungen sowie regelmäßige Zusammenkünfte zur gemeinsamen Vorschauplanung, Feinjustierung und Klärung von inhaltlichen Fragestellungen. Abbildung 19 zeigt ein Beispiel der täglichen Aufgabenorganisation in Listenform von einem Projekt mit gemischter Nutzung.

¹⁰⁸ Vgl. Kapitel 9.3.2

<div> <div>beginnen</div> </div>							
Nr.	Bezeichnung	Datum	Tätigkeit	Zuständig	Start	Ende	Bemerkungen/ Entscheidung
2.5.2	3.UG (2.UG Architekt)	24.10.16	Steigetrasse Elektro			28.10.16	Änderung im U3 nicht mehr umsetzen, Steigetrasse verschwenkt dann im 2.UG, im Schalplan 2.UG beachten, wie im Durchbruchplan dargestellt, U3 Durchbruchplan anpassen (zurück)
2.5.2	3.UG (2.UG Architekt)		Gleichstellung Bewehrung		21.10.16	25.10.16	
2.5.2	3.UG (2.UG Architekt)		Wände/Stützen 3. UG Abschnitt 1			09.11.16	
2.5.3	2.UG (1.UG Architekt)		Tragwerk Bewehrungsplan		07.10.16	x 04.11.16	
2.5.3	2.UG (1.UG Architekt)		Freigabe Bewehrungsplan durch Prüfstatiker		07.11.16	17.11.16	
2.5.3	2.UG (1.UG Architekt)		Gleichstellung		14.11.16	18.11.16	
2.5.4	1.UG (Tragwerksplanung)		Tragwerk Schalplan		17.10.16	x 04.11.16	
2.5.4	1.UG (Tragwerksplanung)		Freigabe Schalplan		07.11.16	11.11.16	
2.5.4	1.UG (Tragwerksplanung)		Tragwerk Bewehrungsplan		14.11.16	02.12.16	
2.6.1	ZG (Architekt + Tragwerk)	10.10.16	Klärung offene Punkte im Architektenplan (z.B. Steigtrassen Elektro, Markierungswolken, ...)			28.10.16	10.10.16 WebKonferenz organisieren am 17.10. für alle S+D Pläne 19.10.16: Web Konferenz fand statt, Zuarbeit S+D Üplanung gemäß Besprechung offen
2.6.1	ZG (Architekt + Tragwerk)		Tragwerk Schalplan		07.11.16	25.11.16	
2.6.1	ZG (Architekt + Tragwerk)	24.10.16	Plan überarbeitet einstellen			04.11.16	
2.6.2	EG (Architekt+Tragwerk)	24.10.16	S+D Planung überarbeiten			28.10.16	
2.6.2	EG (Architekt+Tragwerk)		Freigabeprozess WP2 Bauherr		03.10.16	x 28.10.16	
2.6.2	EG (Architekt+Tragwerk)		Gleichstellung Freigabe Architekt		14.11.16	18.11.16	
2.6.2	EG (Architekt+Tragwerk)	24.10.16	Plan überarbeitet einstellen			04.11.16	
2.6.3	1.OG (Architekt+Tragwerk)		Freigabeprozess WP2 Bauherr		03.10.16	x 28.10.16	
2.6.3	1.OG (Architekt+Tragwerk)		Gleichstellung Freigabe Architekt		14.11.16	18.11.16	
2.7.2	3.OG - 6.OG		Gleichstellung Freigabe Architekt alle Obergeschosse ab 2.OG		14.11.16	18.11.16	15.6.16 wichtig Rohbaudurchbrüche, Trockenbau kann noch angepasst werden im Zuge WP3
2.7.4	Dachaufsicht / 7.OG Schalplan und Attika		Freigabeprozess WP2 Bauherr		03.10.16	x 28.10.16	
2.7.4	Dachaufsicht / 7.OG Schalplan und Attika		Gleichstellung Freigabe Architekt		31.10.16	04.11.16	

Abbildung 19: Beispiel für die tägliche Aufgabenorganisation in Listenform

5. Auswertung und Verbesserung

Wie in der Bauausführung ist auch beim Einsatz des LPS in der Planungsphase das Messen der Verlässlichkeit und die Analyse für Gründe von Nichterfüllung ein wesentliches Merkmal zur Steigerung der Produktivität und Einhaltung des Gesamtterminplans. Abbildung 20 zeigt ein Beispiel für die grafische Auswertung des PEA-Werts über die Zeit.

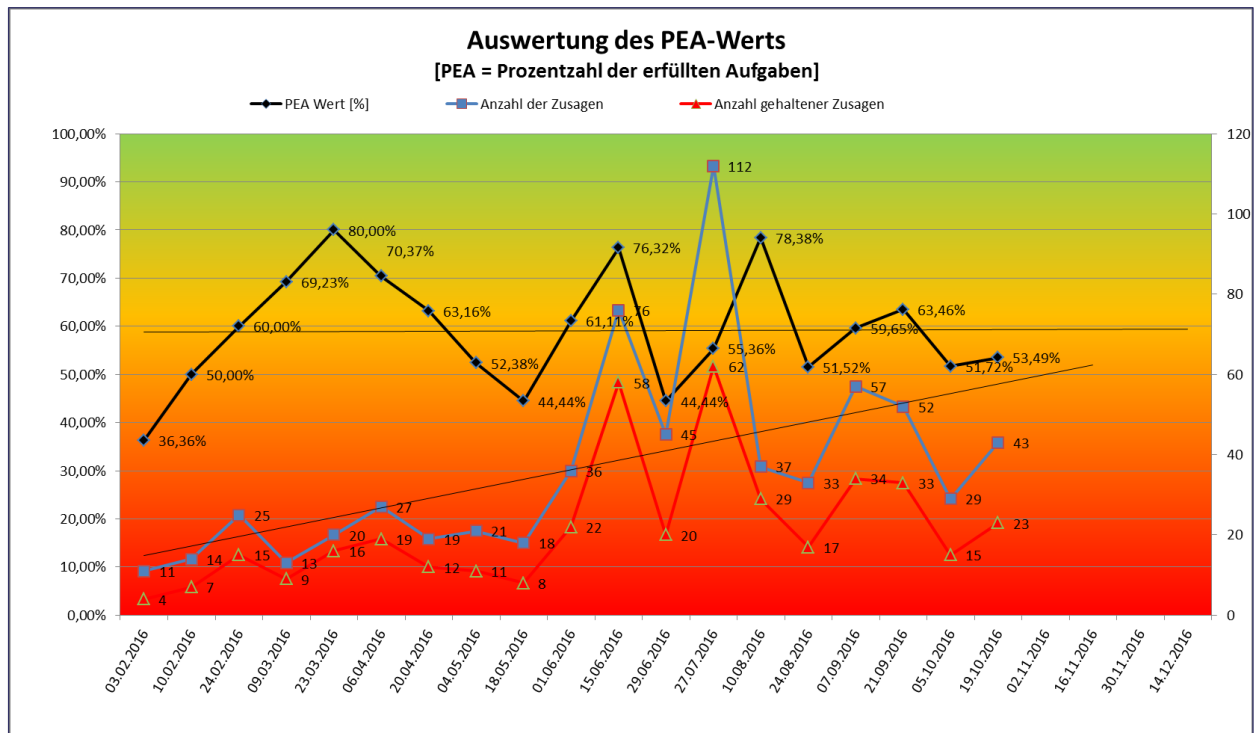


Abbildung 20: Auswertung des PEA-Werts über die Projektzeit

Neben den klassischen Kennzahlen gibt es weitere Kennzahlen wie eingehaltene Meilensteine, geschaffene Vorleistungen, von der Vorschauplanung in die Wochenplanung übernommene Aufgaben und auch Elemente aus dem Scrum¹⁰⁹, wie beispielsweise die Aufbereitung der Aktivitäten innerhalb der nächsten Wochen in einem Burn-down Chart.

Zusammengefasst bietet LPS in der Planungsphase die folgenden Potentiale und Risiken:

Potentiale:

- stabile und robuste Prozesse zur Erhöhung der Produktivität und Effizienz
- Minimierung der Bestände bzw. Reduktion der Vorhaltung
- präzisere Planung, Reduzierung von Puffern
- Minimierung der Verschwendung von Ressourcen, z. B. Warten, Behinderungen
- systematische und zielgerichtete Kommunikation
- frühzeitiges Erkennen von Störungen, damit Möglichkeit zur früheren und schnelleren Problemlösung
- positive Nutzung von Gruppendynamik
- höhere Produktqualität
- systematische Verbesserung

¹⁰⁹ Vgl. Kapitel 9.3.2

Risiken:

- Lediglich „showmäßige“ bzw. oberflächliche Nutzung des Systems:
Dies führt sogar zu einem Effizienzverlust durch Erhöhung der Arbeitsbelastung aufgrund doppelter Systemführung und Energie für Widerstände. Mögliche positive Ergebnisse stellen sich nicht ein und Lean Management als Ganzes wird für sinnlos erklärt.
- Nutzung von nur einzelnen (bequemen) Elementen des Systems:
Zum bestmöglichen Erfolg sind jedoch alle Mechanismen inkl. der Kultur erforderlich. Bei der Nutzung von einzelnen Bausteinen stellen sich gewünschte Erfolge dann nicht oder nur zum Teil ein.
- Behinderung des Bauablaufs:
Eine Planungserstellung, die nicht auf die nach Lean Prinzipien organisierte Bauproduktion abgestimmt ist, behindert den Bauablauf.

6.4 Set-Based Design

Set-Based Design (SBD) ist eine Vorgehensweise, die eine Vielzahl von nebeneinander existierenden Anforderungen und Entwurfsoptionen bzw. Planungsvarianten über einen langen Planungsprozess unterstützt, um dadurch bis in späte Entwurfsphasen maximale Flexibilität zu ermöglichen. Die Anzahl der Entwurfsoptionen wird im Verlauf des Entwurfsprozesses durch die Präzisierung der Anforderungen verringert. Um möglichst viel Sicherheit zu erlangen, werden im SBD Entscheidungen bis zu einem möglichst späten Zeitpunkt aufgeschoben. Durch die Vielzahl an Optionen wird die Abweichung zum gewünschten Resultat im Vergleich zum Point-Based Design (PBD), das auf einer einzigen Entwurfsoption basiert, verringert. Der Vorteil dieser Vorgehensweise liegt in einem schnelleren Planungsprozess, der zudem die Entwicklung von Optionen, die alle Kundenanforderungen erfüllen, fördert. In der Bau- und Immobilienwirtschaft wird die Methode vor allem in der Planungsphase angewendet, kann jedoch auf jeden anderen Entscheidungsprozess übertragen werden.

Erstmals beschrieben wurde SBD von Ward et al.¹¹⁰ Dort wird SBD als Begriff für den beobachteten Produktentwicklungsprozess bei Toyota verwendet.

Ein Beispiel aus der Bau- und Immobilienwirtschaft, in dem SBD üblicherweise angewendet wird, ist der Architekturwettbewerb im Rahmen eines Bauprojektes, bei dem eine Vielzahl von Architekturentwürfen eingereicht wird. Anstatt sich ausschließlich für einen Entwurf zu entscheiden (PBD), würde man im Sinne von SBD drei bis fünf Optionen auswählen und diese erst im Verlauf

¹¹⁰ SBD wurde erstmals von Ward et al. in folgendem Werk beschrieben: Ward, Allen, Jeffrey K. Liker, John J. Cristiano, and Durward K. Sobek II (1995): *“The Second Toyota Paradox: How Delaying Decisions Can Make Better Cars Faster”*

des weiteren Entwurfsprozesses auf eine Entwurfsoption reduzieren. Der Lösungsraum aus Alternativen wird durch das Zusammenspiel aus Gewerkepartnern in den weiteren Leistungsphasen begrenzt und schrittweise verengt.¹¹¹

Zusammenfassend bietet SBD folgende Potentiale und Risiken:

Potentiale:

- Alternativen ermöglichen Flexibilität bis in späte Phasen der Planung
- Machbarkeit wird geprüft, bevor kritische Entscheidungen getroffen werden
- Schnellerer Planungsprozess und weniger Nacharbeit durch die Möglichkeit, zwischen Alternativen zu entscheiden
- Weniger Änderungen während des Planungsprozesses bedeuten mehr Kostensicherheit
- Späte Entscheidungen ermöglichen mehr Sicherheit in Bezug auf Kosten und Wissen

Risiken:

- Verzögerung des Entscheidungsprozesses und verspätete Entscheidungen
- Demotivation und Unsicherheit durch späte oder hinausgezögerte Entscheidungen
- Verfehlung von Projektzielen und Meilensteinen durch verspätete Entscheidungen

6.5 Target Value Design

Target Value Design (TVD) ist ein Managementansatz, der vom Zielkostenmanagement (Target Costing) abgeleitet und auf die Bau- und Immobilienwirtschaft übertragen wurde. Durch einen kollaborativen und integrierten Ansatz können durch TVD Baukosten reduziert werden. Dabei werden zu Beginn des Projektes die Budgets inkl. Gewinne aller planenden und später auch ausführenden Gewerke erfasst. Überschreitet das Team im Zuge des Planungsprozesses das Gesamtbudget, wird eine Reihe von Maßnahmen ergriffen, um zurück in den gesetzten Rahmen zu gelangen. Dazu gehören der Abgleich von Kosten und Nutzen der einzelnen Projektbestandteile aus Sicht des Bauherrn und ggf. die Umverteilung von Budgets, Value Engineering und Innovationen und die angemessene Reduzierung von Risikozuschlägen. Kann das ursprünglich angesetzte Budget unterschritten werden, werden die Einsparungen auf die Gewerke verteilt. Dieser kollaborative Ansatz stellt große Anforderungen an die Vertragsgestaltung sowie an die Kultur im Projektteam dar.

¹¹¹ (Singer, Doerry, Buckley 2009; Scaled Agile Framework®, abrufbar unter <https://www.scaledagileframework.com/set-based-design/>)

Die Wirkprinzipien von TVD sind:

- Eine starke Einbindung des Kunden, um den Zielwert aus seiner Sicht zu ermitteln
- Lernen und Innovation als Leitlinien der Führung im Planungsprozess
- kalkulatorische Begleitung der Planung und kontinuierliche Orientierung an der detaillierten Kostenschätzung
- kollaborative Planung und Umplanung des Projektes
- parallele Planung des Objektes (Produkt) und des Prozesses, durch den das Produkt erstellt wird
- Planungen und Detaillierungen gemäß Bedarf (quantitativ und qualitativ) der nachfolgenden Gewerkepartner
- Arbeit in kleinen multifunktionalen und integralen Teams
- regelmäßiges Review während des gesamten Prozesses.

Ein Beispielprojekt, in dem TVD erfolgreich angewendet wurde, ist das Cathedral-Hill-Krankenhaus in San Francisco, USA. Durch Einsatz des TVD-Ansatzes, eine Verlagerung des Fokus von Produkt- auf Prozessinnovation und die kollaborative Zusammenarbeit der Projektbeteiligten konnte die ursprünglich geschätzte Kostendifferenz von \$ 60 Mio. über dem angesetzten Budget (September 2007) auf \$ 25 Mio. unter dem ursprünglich angesetzten Budget (Oktober 2011) überführt werden.¹¹²

Zusammenfassend lassen sich folgende Potentiale und Risiken von TVD identifizieren:

Potentiale

- Baukosten werden reduziert.
- Kostensicherheit wird durch ein hohes Maß an Kommunikation, Kollaboration und einer positiven Gruppendynamik erhöht.
- Die enge Zusammenarbeit fördert den Erfahrungs- und Know-How-Transfer zwischen den Beteiligten.
- Störungen werden im Team schneller erkannt und können gemeinschaftlich gelöst werden.

¹¹² Weitere Erläuterungen zu TVD finden sich u.a. in Zimina, Ballard, & Pasquire (2012): Target value design: Using collaboration and a lean approach to reduce construction cost sowie auf der Website <http://leanconstructionblog.com/How-Target-Value-Design-Works.html>

Risiken

- Chancen durch TVD können stark beeinträchtigt werden, wenn die Vertragsgestaltung die Anwendung von Lean Prinzipien und Kollaboration nicht unterstützt.
- Nichtbeachtung der Lean Prinzipien, z.B. No-Blame-Kultur, kann Umsetzung des TVD stark beeinträchtigen.
- Erfolg ist stark von Kundeneinbindung und -entscheidungen abhängig.

7 Lean Logistik

7.1 Supply Chain Management

7.1.1 Einleitung

Der Begriff Supply Chain Management (SCM) stammt aus dem Englischen und kann mit Versorgungsmanagement bzw. Lieferkettenmanagement in einem Wertschöpfungsnetzwerk übersetzt werden. Dabei besteht ein Wertschöpfungsnetzwerk aus einem Verbund von Unternehmen, der ein gemeinsames Ziel entlang des gesamten Leistungsflusses verfolgt.

Das Ziel des Netzwerkes ist es, seine Geschäftsmodelle, Prozesse und logistischen Aufgaben effizienter zu gestalten, um den maximalen „Kundenwert“ (der Wert, für den der Kunde bereit ist zu zahlen) zu erreichen. Dabei werden übergreifende Strukturen der gesamten Wertschöpfungskette vom Rohstofflieferanten bis zum Endverbraucher sowie Teilprozesse im Bereich der Produktion, Distribution, Planung und Dienstleistung betrachtet.

SCM ist dabei für den Aufbau, die Verwaltung und übergreifende Steuerung dieser integrierten Logistikketten zuständig. Es sorgt für den „Fluss“ von Leistung (Material und Lohn), Information und Geld entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Die wesentlichen Potentiale bestehen in der

1. Vermeidung des Bullwhip-Effekts („Peitschen-Effekt“: Ist ein Koordinationsproblem bei mehrstufigen Lieferketten: Sobald sich leichte Schwankungen beim Preis, bei Informationen usw. einstellen, führt dies zu hohen Schwankungen in Bestellenmengen und Lagerbeständen, die sich die Wertschöpfungskette aufwärts verstärken),
2. Transparenz entlang der gesamten Lieferkette,
3. Bestandsreduktion,
4. Gewinnerhöhung,
5. Kostenreduzierung und der,
6. Steigerung des Kundennutzens.

Das Prinzip setzt allerdings eine entsprechende Offenheit und Transparenz der beteiligten Unternehmen voraus.¹¹³

Beim SCM werden grundsätzlich drei Flüsse betrachtet: Der Materialfluss, der Informationsfluss und der Leistungsfluss.

¹¹³ (Heiserich, Helbig, und Ullmann 2011; Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2014; Seeck 2010; Riemer 2012)

7.1.2 Materialfluss

Der Materialfluss, oder auch Materialstrom genannt, beschreibt den gesamten Wirkungsprozess mit all seinen Teilprozessen (Operationen) von der Entstehung bis zur Verteilung des Materials in den jeweiligen Produktionsbereichen. Dazu wird der Materialfluss in folgende Bereiche unterschieden:

- Betriebsinterne Materialflüsse
- Gebäudeinterne Materialflüsse
- Arbeitsplatzbezogene Materialflüsse
- Außerbetriebliche Prozesse

Das Bewegen oder „Fließen“ des Materials besteht in der Regel aus mehreren Teilprozessen: Bearbeiten, Prüfen, Liegen/Warten, Lagern, Fördern/Transportieren, Handhaben, Umschlagen, Kommissionieren, Verpacken, Bilden von Ladeeinheiten etc., die immer hinsichtlich ihres Beitrags zur Wertschöpfung und Notwendigkeit für den eigentlichen Bauablauf hinterfragt werden müssen.

Mit Hilfe von Wertstrom-Analysen (vgl. Kapitel 8.4.2) können Materialflüsse übersichtlich dargestellt und analysiert werden.¹¹⁴

7.1.3 Informationsfluss

Informationen werden vor allem im digitalen Zeitalter viel Aufmerksamkeit geschenkt, da sie im Gegensatz zu Material und Gütern unabhängig genutzt und verwendet werden können. Dabei ist eine Information zweckorientiertes Wissen. Sie kann als verwertbare Information in Wort, Bild, Schrift oder als Video wiedergegeben werden.

Informationen dienen als Grundlage für Planung, Steuerung und Kontrolle von Systemen oder als Entscheidungsgrundlage für die Wahl von Strategien. Die Verwendung von Informationen kann vielfältig sein, sofern diese einen Zweck verfolgt. Wenn eine Information von einer Quelle versendet oder weitergegeben wird und beim Empfänger ankommt, entsteht ein Informationsfluss. Dabei kann der Informationsfluss auch mehrere Empfänger ansteuern.

Grundlage für den Informationsfluss stellen Übertragungsmedien dar, die vielfältig sein können. Die häufigsten Übertragungsmedien sind EDV-gestützte Systeme, die den Informationsfluss sicherstellen. Der Informationsfluss kann aber auch einfach über Papier und entsprechende Hilfsmittel wie Tafeln oder Karten sichergestellt werden.¹¹⁵

¹¹⁴ (Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2014; Heiserich, Helbig, und Ullmann 2011)

¹¹⁵ (Heiserich, Helbig, und Ullmann 2011; Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2014)

7.1.4 Leistungsfluss

Der Leistungsfluss ist der Fluss von Produktionsfaktoren hin zur fertigen Gesamtleistung. Unter Bezugnahme auf die klassische Betriebswirtschaftslehre lauten die Faktoren wie folgt:

- Material
- Arbeit
- Betriebsmittel
- sowie Planung, Organisation und Kontrolle

In der stationären Industrie, speziell in der Stückgutfertigung, spielt der Materialanteil die entscheidende Rolle, sodass die Wertstromanalyse mit Blick auf ihre Entstehungsgeschichte auf der Material- und Informationsflussanalyse (Mifa) basiert.

Eine Wertstromanalyse bei einem Bauvorhaben sollte jedoch aufgrund des viel höheren Lohnanteils neben dem Informationsfluss nicht nur den Materialfluss, sondern viel mehr auch den gesamten Leistungsfluss betrachten (inkl. Lohn, Material etc.).

Der Leistungsfluss bzw. Wertstrom beschreibt den gesamten Wirkungsprozess mit all seinen Teilprozessen vom Rohmaterial bis zum Kunden.

Dabei beinhaltet der Leistungsfluss alle vier Arten von Leistungen:

- Nutzleistung: die reine Wertschöpfung
- Stützleistung: notwendige Verschwendung im Prozess (erhöht nicht die Leistung des Produkts)
- Blindleistung: nicht notwendige Leistung – Erhöht nicht den Wert (ist leistungsneutral), erhöht die Kosten
- Fehlleistung: Verschwendung oder Zerstörung, verringert die Leistung (verringert den Wert)

7.2 Logistik nach Lean Prinzipien

7.2.1 Vorbemerkung

Im Folgenden werden zunächst ein ortsbezogenes und ein phasenbezogenes Logistik-Modell vorgestellt. Anschließend werden einzelne Werkzeuge aus dem Lean Management erläutert, die in der Logistik Anwendung finden.

7.2.2 Ortsbezogenes Logistik-Modell

Im Rahmen der Logistik in der Ausführungsphase von Bauvorhaben können im Wesentlichen drei Bereiche unterschieden werden, die hierfür relevant sind:

1. Logistik zur Baustelle, im Folgenden Versorgungslogistik (oder Anlieferlogistik) genannt:
Die Versorgungslogistik übernimmt den wesentlichen Teil der Logistik, damit die Baustelle kontinuierlich mit den erforderlichen Materialien versorgt werden kann. Die Steuerung und Koordination des Materialflusses trägt dazu bei, dass die Versorgung effizient verläuft. Dazu gehören Anliefer- und Entladezonen sowie die Übergabe an die Baustellenlogistik. Ziel bei der Versorgung sollte es sein, die Ressourcen optimal zu nutzen, die direkte Umgebung so wenig wie möglich zu belasten, die Transporte zur Baustelle optimal zu steuern sowie die Koordination der Entladestellen und -zeiten sicherzustellen. Unter Umständen kann ein zusätzliches Flächenmanagement sinnvoll sein.
2. Logistik innerhalb der Baustelle, im Folgenden Baustellenlogistik (oder Verbringungslogistik) genannt:
Die Baustellenlogistik ist die Versorgung innerhalb der Baustelle. Die Betrachtungsebene kann von einer Raum- oder Etagenlogistik bis zur gesamten Logistik innerhalb des Bauzauns variieren. Auch die Logistik auf der Baustelle zur Feinverteilung der Materialien zum Verarbeitungsort wird oft von verarbeitenden Unternehmen vorgenommen. Dadurch übernehmen Facharbeiter oft und in großem Umfang logistische Tätigkeiten ohne sich, im Sinne eines Lean Management-Ansatzes, auf die eigentliche Wertschöpfung konzentrieren zu können. Bei Großprojekten mit organisatorischem Überbau wird vermehrt eine logistische Dienstleistung als Managementfunktion eingesetzt. Hierbei werden die Zulieferströme aller Baubeteiligten koordiniert, um eine Steigerung der Effizienz auf der Baustelle und damit verkürzte Bauzeiten zu ermöglichen.¹¹⁶

¹¹⁶ (Klaus 2012)

3. Logistik von der Baustelle, im Folgenden Entsorgungslogistik genannt:

Die Entsorgungslogistik betrifft alle Tätigkeiten, die von der Baustelle wegführen. Hier wird es, u.a. aufgrund zunehmender Anforderungen des Gesetzgebers, immer wichtiger ein Konzept zur Entsorgung zu erstellen, auch um anschließende Kosten oder „herrenlose“ Abfallberge zu vermeiden. Idealerweise wird der Abfall bereits bei der Verarbeitung sortiert und getrennt sowie dem Verursacher zugeordnet, um eine entsprechende Verrechnung zu ermöglichen. Weiterhin trägt eine effiziente und zeitgerechte Entsorgung zu einem saubereren und ordentlichen Erscheinungsbild der Baustelle bei, was zusätzlich zu einer geringeren Unfallgefahr führt.

Die Logistik kann von den einzelnen ausführenden Unternehmen eigenständig übernommen werden oder sie wird zentral von einem Dienstleister organisiert. Insbesondere bei Großbaustellen bekommt die Logistik einen höheren Stellenwert, um einen reibungslosen Ablauf zu gewährleisten. Aus der Lean Management-Perspektive bietet die Logistik wesentliche Ansatzpunkte, um durch verringerte Durchlaufzeiten, geringere Kosten sowie bessere Qualität von Produkten und Dienstleistungen Verschwendung zu vermeiden.¹¹⁷

¹¹⁷ (Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML 2017)

7.2.3 Phasenbezogenes Logistik-Modell

Weiterhin können in der Regel zwei unterschiedliche Zeiträume für die Logistik unterschieden werden: die Konzeption bzw. Planung und die Ausführung.

Bei der Planung können vier Phasen unterschieden werden, die schematisch in Abbildung 21 dargestellt sind:

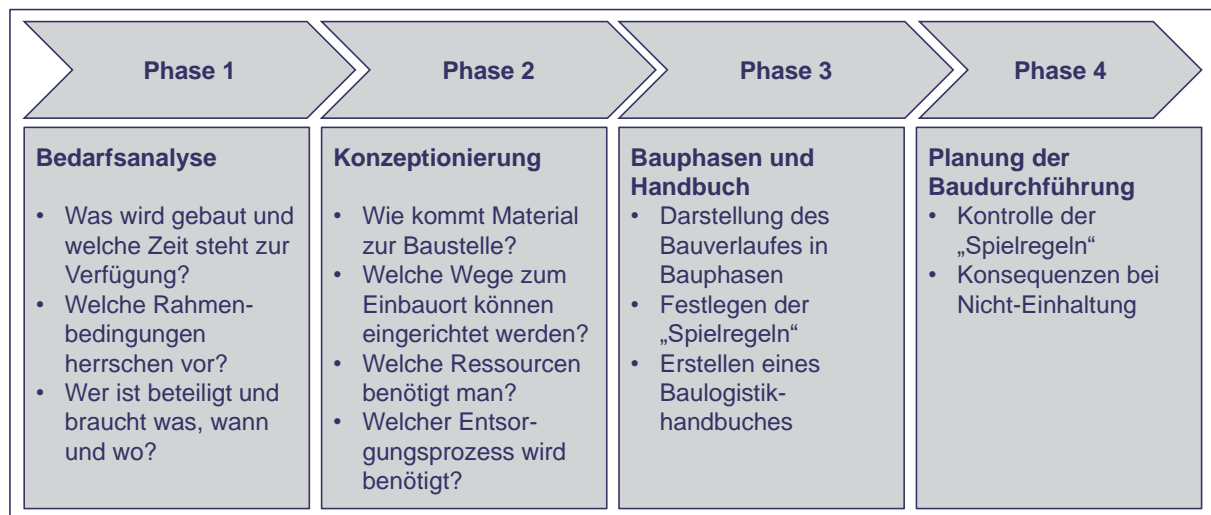


Abbildung 21: Phasenbezogenes Logistik-Modell

7.2.4 Werkzeuge in der Logistik

7.2.4.1 Just-in-Time und Just-in-Sequence

Ein wichtiger Baustein im Toyota-Produktionssystem ist das Konzept von Just-in-Time (JiT), um Verschwendung im Produktionsprozess zu minimieren. JiT bedeutet, dass bei einem fließenden Prozess (ursprünglich im Toyota-Produktionssystem an einem Fließband in der Automobilproduktion) das erforderliche Material zur richtigen Zeit in genau der benötigten Menge ankommt und keine Lagerflächen für übermäßig angeliefertes Material benötigt werden.¹¹⁸ Abbildung 22 zeigt beispielhaft die gebündelte Anlieferung der Materialien für die Gewerke Trockenbau, Elektro und Maler – Die Materialien verbrauchen so eine möglichst geringe Lagerfläche und die Paketierung ermöglicht die Lieferung der richtigen Mengen.

¹¹⁸ (Zollondz 2013; Ohno 1988)



Abbildung 22: JiT gelieferte Materialien zur Bauausführung¹¹⁹

Ein weiteres Konzept zur Optimierung des logistischen Flusses ist Just-in-Sequence (JiS). JiS hat seine Ursprünge ebenfalls in der Automobilbranche und hat die Anlieferung von Komponenten in der richtigen Sequenz zum Ziel. Erforderliche Materialien werden demnach zur richtigen Zeit, am richtigen Ort, in genau erforderlicher Menge und in der richtigen Reihenfolge für den nächsten Produktionsschritt angeliefert.¹²⁰ Nachfolgend werden einzelne Werkzeuge aus dem Lean Management erläutert, die die Realisierung solcher Logistikkonzepte unterstützen. Exemplarisch werden Kanban, der Routenzug und das Supermarkt-Prinzip erläutert.

7.2.4.2 Kanban

Der Begriff Kanban kommt aus dem Japanischen (看板) und bedeutet übersetzt „Karte, Signal, Tafel“. Kanban wird in der Regel als Steuerungsinstrument eingesetzt, um eine bestimmte Aktion auszulösen.

Bei Produktionsprozessen können zwei Arten von Kanban unterschieden werden: der (In-)Prozess-Kanban und der Material-Kanban.

¹¹⁹ (Staufen AG)

¹²⁰ (Gröbner 2009)

Der In-Prozess Kanban (IPK) wird verwendet, um innerhalb eines Produktionsablaufes ein vorgelagertes Produkt, Teilprodukt oder eine Produktionsaktivität nachzuziehen. Hat beispielsweise ein Mitarbeiter in Prozess B seine Arbeitsinhalte erledigt, sein Arbeitsinhalt ist abgeflossen und es entsteht wieder ein neuer Bedarf, dann zieht er das nachfolgende Produkt oder Teilprodukt von diesem IPK in seinen Arbeitsbereich (Produkt-Pull).

Die weitaus mehr verbreitete Kanban-Art, die im Folgenden erläutert wird, ist der Material-Kanban. Hierbei wird eine definierte (feste) Menge in einem Prozess bereitgestellt (Verbrauchsbereich), die nach Entnahme innerhalb einer definierten (festen) Wiederbeschaffungszeit aus einem Bereitstellungsbereich (Supermarkt, Lager = Versorgungsbereich) wieder aufgefüllt wird. Es müssen also mindestens zwei Kanban-Mengen im Umlauf sein: eine Menge, die gerade verbraucht wird, und eine Menge, die wiederbeschafft wird.

Im Wesentlichen benötigt ein Kanban fünf Grundelemente: Das Material mit Nummer und Bezeichnung, die Menge, den Verbrauchsort (Senke) und den Wiederbeschaffungsort (Quelle). Weitere Informationen, die auf dem Kanban vermerkt sein können, sind beispielsweise Barcode, Behältertyp, Lieferant, Foto etc.

Eine Steuerung mittels Kanban hat eine erhebliche Reduzierung des Planungs- und Steuerungsaufwandes zur Folge. Die einfache Regel lautet: „Ist was weg – muss was hin.“ Dies kann oft visuell über eine Tafel oder durch einen leeren Platz realisiert werden. Das erfordert keinen zusätzlichen Aufwand durch einen Dritten (Planung, Arbeitsvorbereitung), sondern kann durch den Mitarbeiter selbst im Prozess ausgelöst werden. Durch feste Parameter (Materialart, Menge) wird ein Standard geschaffen, der von der Versorgungslogistik einfach bedient werden kann. Weiterhin wird durch die Logik der permanenten Bereitstellung, gerade in einer Umgebung mit unterschiedlichen Produktionsaktivitäten (mixed-model Umgebung), die Flexibilität erhöht, da kurzfristig auf Änderungen reagiert werden kann.

7.2.4.3 Routenzug

Ein Routenzug setzt sich aus einem oder mehreren Lastenträgern zusammen, die einen festen Weg (Route) in einem bestimmten festen Zeitintervall abfahren. Dabei kann entweder eine Zugmaschine eingesetzt werden, die Wagen können aber auch von Hand gezogen sein. Die Lastenträger können unterschiedlicher Ausprägung sein, vom einfachen Wagen bis hin zu elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch unterstützten Wagen. Ein Routenzug hat in der Regel mehrere Aufgaben:

- die Versorgung eines Bereichs, der Material verbraucht
- die Entsorgung von Abfall, Ausschuss, Fertigware etc.
- sowie häufig den Transport von Kanban-Signalen

Der häufigste Einsatzbereich für den Routenzug ist die Materialversorgung in einem Produktionsbereich, auch bedingt durch die Vorgabe einer „kranfreien Zone“. Der Zug pendelt dabei zwischen einem oder mehreren Versorgungsbereichen und den Verbrauchspunkten. Er transportiert Kanban-Material, kommissioniertes Material oder set-basiertes Material, also Material, das nur für einen bestimmten Auftrag als Set bereitgestellt wird. Der Logistiker übernimmt dabei die komplette Versorgung, also die Rücknahme der leeren Gebinde oder Behälter, die entstandenen Kanban-Signale, den Abfall oder Ausschuss, sowie die Bereitstellung der neuen Materialien direkt am Arbeitsplatz.

Die Besonderheiten des Routenzugs sind der festgelegte Fahrweg sowie der festgelegte Zeitplan. Durch diese Taktung kann die Menge für Kanban-Material entsprechend ausgelegt werden bzw. kommissioniertes und Set-Material entsprechend geplant werden. Weiterhin besteht zusätzliches Optimierungspotential durch den Standard in der Beschaffung.

Durch die hochzyklische und getaktete Versorgung mittels Routenzügen lassen sich kleine Losgrößen effizient bereitstellen und dadurch die Bestände in der Produktion reduzieren. Gleichzeitig führt die Bündelung von Einzeltransporten zu einem insgesamt geringeren Transportaufkommen und damit verbunden zu einer geringeren Unfallgefahr für Mensch und Material.¹²¹

7.2.4.4 Supermarkt

Die Besonderheit eines Supermarktes, im Gegensatz zu einem klassischen Lagerbereich, ist die Anwendung des Pull-Prinzips zu dessen Bewirtschaftung. Dabei wird eine entnommene Menge wieder aufgefüllt, in der Regel über ein Kanban-Signal. Es handelt sich somit um einen selbststeuernden Regelkreis, der nach einer Verbrauchslogik aufgebaut ist (Pull statt Push).

Ein Supermarkt wird häufig, jedoch nicht ausschließlich, verbrauchsnahe eingesetzt, um eine rasche Versorgung mit kleineren Mengen in regelmäßigen Abständen sicher zu stellen.

Um einen Supermarkt möglichst effizient einzusetzen, wird das sogenannte „Picking“ eingesetzt. Das Picking umfasst alle Tätigkeiten, die zur Entnahme eines Produkts von ihrem Lagerort erforderlich sind. Das Picking erlaubt dem Logistiker oder Mitarbeiter, der die Bewirtschaftung übernimmt, einen direkten Zugriff auf das Material und ermöglicht es, schnell und effizient die Versorgung durchzuführen. Durch den Einsatz einer Pull-Logik ist die Materialmenge, die in einem Supermarkt gelagert ist, festgelegt und wird bei Verbrauch automatisch nachgezogen. Das Picking-System ist also nachfragegesteuert.¹²²

¹²¹ (Dewitz und Günthner 2013, abgerufen 29.03.17, 07:52)

¹²² (Arbulu, Ballard und Harper 2003)

Die Vorteile eines Supermarktes liegen darin, dass die logistischen Tätigkeiten vereinfacht werden (Picking) und der administrative Aufwand gering gehalten werden kann. Durch die selbststeuernden Regelkreise muss der Supermarkt nicht kontinuierlich geplant werden und die Wiederbefüllung erfolgt häufig durch einfache Kanban-Signale.¹²³

7.2.5 Zusammenfassung

Zur Abwicklung der logistischen Abläufe auf der Baustelle unter Berücksichtigung von Lean Prinzipien können das phasen- und ortsbezogene Logistik-Modell in Kombination mit verschiedenen Werkzeugen verwendet werden. Mit dem phasenbezogenen Logistik-Modell wird der logistische Gesamtprozess in vier Phasen analysiert, konzeptioniert, dokumentiert und für die Baudurchführung geplant. Während im phasenbezogenen Logistik-Modell der Fokus auf der Planung der Prozesse liegt, fokussiert das ortsbezogene Logistik-Modell die Ausführung der Prozesse. Hierzu werden die Material- und Informationsflüsse des ortsbezogenen Logistikmodells in die drei Bereiche Versorgungs-, Baustellen- und Entsorgungslogistik untergliedert. Zur effizienten Abwicklung der Logistikprozesse können das Supermarkt-Prinzip, Kanban, JiT sowie der Routenzug in das Modell integriert. Abbildung 23 stellt dies in einer Übersicht dar.

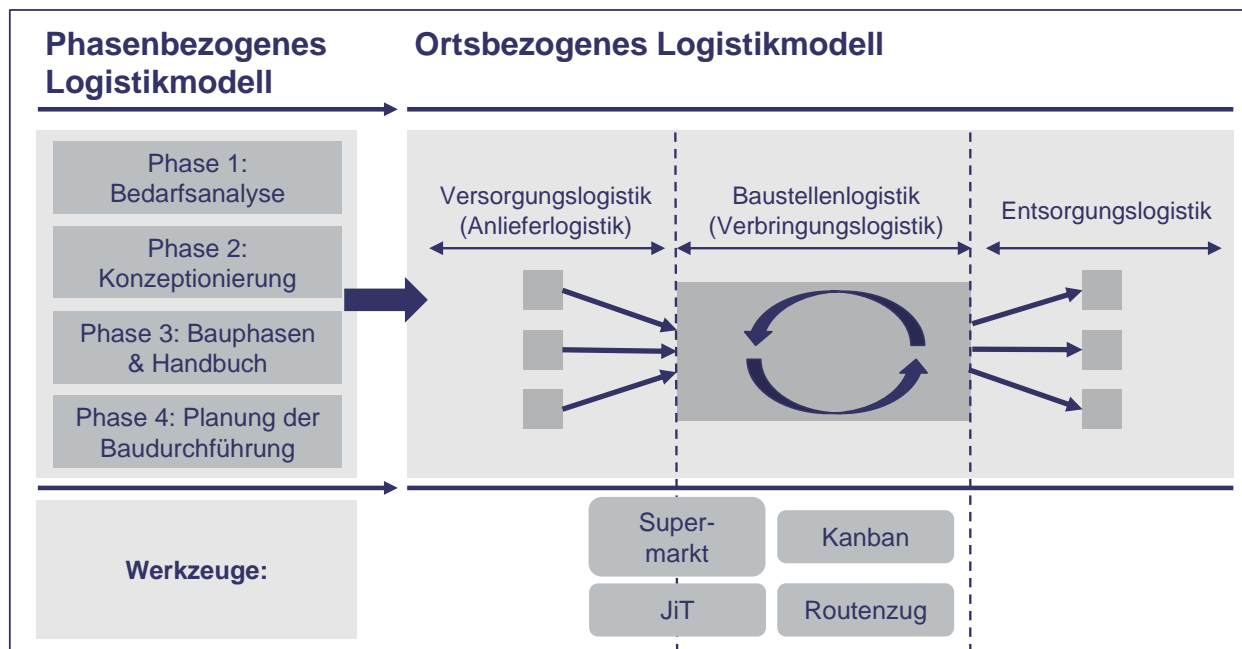


Abbildung 23: Beispielhafte Veranschaulichung der phasen- und ortsbezogenen Logistik-Modelle sowie relevanter Werkzeuge

¹²³ (Dewitz und Günthner 2013, abgerufen 29.03.17, 07:52)

8 Ausgewählte Methoden und Werkzeuge im Lean Construction

8.1 Einleitung

In diesem Kapitel werden weitere ausgewählte Methoden und Werkzeuge im Lean Construction erläutert. Die Auflistung an dieser Stelle erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit; sie dient dazu, dem Leser einige Methoden und Werkzeuge, die häufig zum Einsatz kommen, näher zu bringen.

8.2 Big Room

Der Big Room ist eine große, ungeteilte Raumeinheit, in der alle an einem Projekt maßgeblich Beteiligten ihren Arbeitsplatz idealerweise dauerhaft für die Projektbearbeitung oder zumindest temporär einrichten. Der Big Room ist ein Ort, an dem alle Beteiligten kollaborativ zusammenarbeiten; hier werden u.a. Visualisierungen von Prozessen erstellt und für alle Projektbeteiligten jederzeit einsehbar ausgestellt.¹²⁴ Durch die Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten in einem gemeinsamen großen Arbeitsbereich ohne feste Raumabtrennung werden die Kommunikation untereinander sowie die Transparenz der Prozesse im Allgemeinen gefördert. Des Weiteren werden die Beteiligten durch den regelmäßigen Austausch für die Aufgaben und Herausforderungen der anderen Gewerke sensibilisiert und das gemeinsame Verständnis über Abwicklung und Erfolg des Projekts wird somit gefestigt. Der Big Room kann – abhängig von den Anforderungen des jeweiligen Projekts – sowohl ein permanent eingerichteter Raum sein, in dem die Beteiligten immer zusammensitzen (sogenannte „Co-Location“), oder er wird in bestimmten Zeitintervallen von bestimmten Personen genutzt.¹²⁵

Zur Arbeit in einem Big Room zählt ebenso die Ausstattung mit gemeinsam von allen Projektbeteiligten genutzten Drucken und Plottern, um die kollaborative Zusammenarbeit und den regelmäßigen Austausch zu fördern.

¹²⁴ (Tommelein und Ballard 2016)

¹²⁵ (Lean Construction Institute 2015)

8.3 Problemlösungswerkzeuge

8.3.1 A3-Report

Die Ausführungen in einem A3-Report beschränken sich grundsätzlich auf nur eine DIN-A3-Seite. Ziel ist es, Prozesse und Informationen transparent, anschaulich und leicht verständlich darzustellen, sodass die Kollaboration verschiedener Projektbeteiligter erleichtert und beschleunigt werden kann.¹²⁶ Der A3-Report beschränkt sich auf das Wesentliche und visualisiert häufig einen Problemlösungsprozess ggf. mit Hilfe von verschiedenen Grafiken, Abbildungen o.ä. Die methodische Erstellung eines A3-Reports basiert auf dem Deming- bzw. PDCA-Zyklus (vgl. Kapitel 2.2.5 für weitere Informationen). Im Rahmen der Erstellung des A3-Reports durchläuft der Anwender somit alle Schritte des PDCA-Zyklus, um die vollständige Analyse und nachhaltige Lösung eines bestehenden Problems sicherzustellen.¹²⁷ Abbildung 24 veranschaulicht den Zusammenhang zwischen den wesentlichen Elementen des PDCA-Zyklus und des A3-Reports:

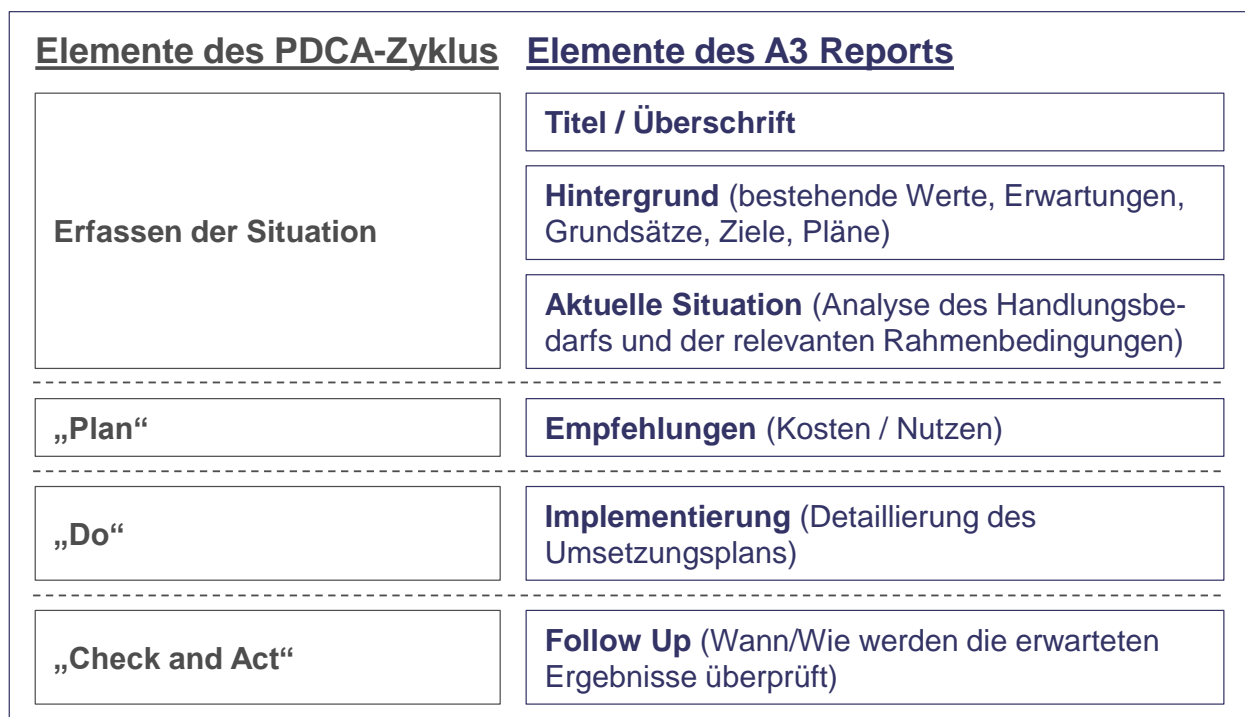


Abbildung 24: Zusammenhänge zwischen Elementen des PDCA-Zyklus und A3-Reports¹²⁸

¹²⁶ (Gupta et al. 2009)

¹²⁷ (Liker 2004)

¹²⁸ Darstellung in Anlehnung an (Liker 2004)

8.3.2 Ishikawa-Diagramm

Das Ishikawa-Diagramm (auch als Ursache-Wirkungs-Diagramm bezeichnet) wurde bereits in den 1940er Jahren von Kaoru Ishikawa entwickelt und wird als Werkzeug zur Qualitätssicherung und Problemlösung eingesetzt. Mit Hilfe des Diagramms sollen Ursachen für Probleme systematisch aufgedeckt werden. Hilfswerkzeuge zur Ermittlung der Ursachen können z.B. die 5W-Methode¹²⁹ oder andere Methoden aus dem Lean Management sein.¹³⁰ Zur Veranschaulichung wird der Analyseprozess grafisch in Form eines Fischgräten-Diagramms abgebildet (vgl. Abbildung 25): Auf der einen Seite werden das Problem und dessen Wirkung prägnant benannt; auf der anderen Seite werden mögliche Ursachen für das Problem identifiziert. Die identifizierten Problemursachen führen dann mit Pfeilen zum Problem hin.¹³¹

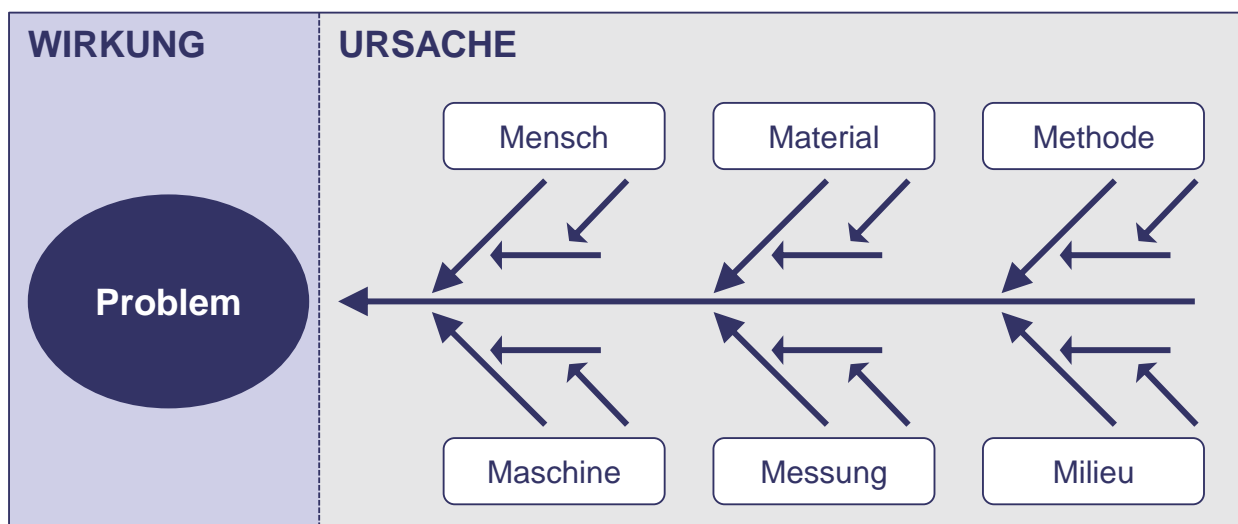


Abbildung 25: Ishikawa-Diagramm¹³² (beispielhafte Darstellung)

¹²⁹ Vgl. Erläuterungen im Glossar

¹³⁰ (Zollondz 2013)

¹³¹ (Tommelein und Ballard 2016)

¹³² (Zollondz 2013)

8.4 Wertstrom-Analyse und -Design

8.4.1 Einleitung

Mittels Wertstrom-Analyse und Wertstrom-Design werden Prozesse erfasst, visualisiert, analysiert und optimiert. Auf diese Weise wird der Wertfluss zentraler Aspekte für organisatorische, wirtschaftliche und produktionstechnische Entscheidungen erfasst.¹³³

8.4.2 Wertstrom-Analyse

Im Rahmen der Wertstrom-Analyse werden die Material- und Informationsflüsse der aktuellen Produktionssituation erfasst und auf einer Prozesskarte visualisiert. Zur Darstellung des Wertstroms werden standardisierte Symbole und Kennzeichen verwendet, um ein universelles Verständnis des abzubildenden Wertstroms sicherzustellen.¹³⁴ Im Rahmen der Wertstrom-Analyse werden alle Tätigkeiten – somit sowohl wertschöpfende als auch nicht wertschöpfende Tätigkeiten – erfasst.¹³⁵ Ausgewählte Symbole, die standardisiert zur Visualisierung der Prozesse verwendet werden, sind in Abbildung 26 dargestellt:





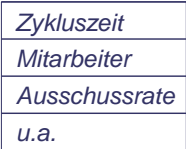




Symbol	Erläuterung	Symbol	Erläuterung
	Identifikation jedes einzelnen Prozessschritts		Regelmäßigkeit von Lieferungen
	Identifikation von Beteiligten am Prozess, z.B. Lieferanten, Kunden o.ä.		Produktion basierend auf Push-Prinzip
	Datenbox zur Erfassung der wesentlichen Merkmale des Prozessschritts, z.B. Zykluszeit, Nacharbeit, Schichten, Mitarbeiter, Ausschussrate		Produktion basierend auf Pull-Prinzip
	Inventar zur Angabe der Lagerbestände und ggf. Lagerzeiten		Manueller Informationsfluss
			Elektronischer Informationsfluss

Abbildung 26: Ausgewählte Symbole zur Darstellung von Prozessen bei der Wertstrom-Analyse¹³⁶

¹³³ (Zollondz 2013)

¹³⁴ (Rother und Shook 2009)

¹³⁵ (Zollondz 2013)

¹³⁶ Darstellung in Anlehnung an (Rother und Shook 2009)

Als Ergebnis werden die zusammenhängenden Prozessschritte z.B. auf einem DIN-A3-Blatt im Querformat dargestellt. Unterhalb der dargestellten Prozesse wird außerdem eine Zeitlinie aufgezeichnet. Oberhalb dieser Zeitlinie wird die Durchlaufzeit einer Produktionseinheit für jeden Prozessschritt dokumentiert. Unterhalb der Zeitleiste wird zum Vergleich die reine Wertschöpfungszeit für jeden Produktionsschritt dokumentiert. Am Ende der Zeitleiste werden die Durchlaufzeiten zur Gesamtdurchlaufzeit und die Wertschöpfungszeiten zur Gesamtwertschöpfungszeit für die weitere Auswertung summiert.¹³⁷

8.4.3 Wertstrom-Design

Während die Wertstrom-Analyse den Ist-Zustand dokumentiert, wird ausgehend von diesem Ist-Zustand mit dem Wertstrom-Design der Soll-Zustand erarbeitet und visualisiert.¹³⁸ Um einen Wertstrom zu entwerfen, der den Grundsätzen des Lean Thinking entspricht, sollten u.a. die folgenden Aspekte Beachtung finden:

- Die Produktion sollte mit der Taktzeit synchronisiert werden.
- Das Flussprinzip sollte realisiert werden.
- Kann das Flussprinzip nicht problemlos über alle Stufen des Prozesses realisiert werden, sollte das Pull-Prinzip z.B. durch die Einrichtung von Supermärkten oder Kanban-Prozessen installiert werden¹³⁹

Auf diese Weise werden nicht wertschöpfende Tätigkeiten eliminiert und wertschöpfende Tätigkeiten, sofern erforderlich, weiter optimiert.

8.5 Multimomentaufnahme

Bei einer Multimomentaufnahme wird im Allgemeinen beobachtet, welche Tätigkeiten wie häufig durchgeführt werden und welche Zeit dafür in Anspruch genommen wird. Im Ergebnis liefern Multimomentaufnahmen somit in der Regel nicht die Bearbeitungszeiten bestimmter Tätigkeiten, sondern geben die Verteilung der Häufigkeiten der definierten Aufgaben an.¹⁴⁰

Im Gegensatz zu einer Dauerbeobachtung werden bei einer Multimomentaufnahme die erforderlichen Beobachtungen von Ereignissen strichprobenartig bzw. punktuell vorgenommen. Wesentlicher Vorteil der Methode ist, dass der Beobachter zum einen keine besondere Ausbildung oder detaillierte Kenntnisse über die zu beobachtenden Zusammenhänge haben muss; zum anderen

¹³⁷ (Rother und Shook 2009)

¹³⁸ (Zollondz 2013)

¹³⁹ (Rother und Shook 2009)

¹⁴⁰ (REFA-Consulting, abgerufen am 05.12. 2017)

kann der zuständige Beobachter mehrere Arbeitsplätze oder Arbeitsbereiche nacheinander beobachten und ist nicht an einen einzelnen Standort gebunden. Infolgedessen können die aufgenommenen Daten relativ schnell erfasst und ausgewertet werden.¹⁴¹ Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass die zu beobachtenden Tätigkeiten leicht zu identifizieren und voneinander zu unterscheiden sind.

Typischerweise untergliedert sich die Multimomentaufnahme in mehrere vorab zu planende Arbeitsschritte:

- Zunächst ist das Ziel der Multimomentaufnahme festzulegen, da in Abhängigkeit davon alle anderen Parameter, die relevant für die Durchführung der Beobachtungen sind, festgelegt werden.
- Damit einhergehend müssen der Untersuchungsbereich sowie der Untersuchungszeitraum bestimmt werden und die Beobachtungen werden in einem Rundgangsplan organisiert. Zeitpunkte der Beobachtungen werden zufällig festgelegt.
- Des Weiteren müssen die zu beobachtenden Aufgaben und deren Merkmale bzw. die sogenannten Ablaufarten so definiert werden, dass der zuständige Beobachter die Aufgaben eindeutig während seiner Analyse identifizieren und entsprechend dokumentieren kann.
- In Abhängigkeit von der erforderlichen Genauigkeit der Ergebnisse wird die Anzahl der erforderlichen Beobachtungen festgelegt – Je mehr Beobachtungen durchgeführt werden, desto besser wird in der Regel die Realität abgebildet.¹⁴²

Eine Multimomentaufnahme kann ein sehr wirksames Werkzeug zur Erfassung und Abgrenzung von wertschöpfenden und nicht wertschöpfenden Tätigkeiten sein.

¹⁴¹ (Weuster 2008)

¹⁴² (REFA-Consulting, abgerufen am 05.12. 2017)

9 Lean Construction im Kontext anderer Managementmethoden

9.1 Einleitung

Neben Lean Construction kommen in der Bau- und Immobilienwirtschaft andere Managementansätze und Methoden wie Building Information Modeling (BIM) und agiles Projektmanagement zur Anwendung. Diese weisen einige Schnittstellen und Gemeinsamkeiten auf und ihre kombinierte Anwendung mit Lean Construction bietet wertvolle Synergiepotentiale.

9.2 Lean Construction und Building Information Modeling

Ähnlich wie Lean Construction organisiert auch Building Information Modeling (BIM) die Zusammenarbeit der Beteiligten untereinander, bedient sich hierzu jedoch einer anderen Infrastruktur und basiert auf einer digitalen Planungsmethodik. „Building Information Modeling bezeichnet eine kooperative Arbeitsmethodik, mit der auf der Grundlage digitaler Modelle eines Bauwerks die für seinen Lebenszyklus relevanten Informationen und Daten konsistent erfasst, verwaltet und in einer transparenten Kommunikation zwischen den Beteiligten ausgetauscht oder für die weitere Bearbeitung übergeben werden.“¹⁴³

Lean Construction als Managementansatz und Building Information Modeling (BIM) als Planungsmethodik können in einer gemeinsamen Anwendung sehr große positive Effekte erzielen und sich wechselseitig verstärken. Dennoch können Methoden und Werkzeuge aus dem Lean Management-Ansatz und BIM unabhängig voneinander in einer Organisation bzw. in einem Projekt zur Anwendung kommen.

Value Management als ein Ansatz im Lean Construction ist darauf ausgerichtet, diejenigen Prozesse zu identifizieren, die für den Kunden tatsächlich Wertschöpfung schaffen und nicht wertschöpfende Prozesse zu eliminieren, wenn sie unnötig sind, bzw. zu minimieren, wenn sie Unterstützungsprozesse für die wertschöpfenden Prozesse darstellen.

Innerhalb der BIM-Methodik werden in diesem Zusammenhang im BIM-Abwicklungsplan (BAP) Aufbau- und Ablauforganisation der Informationsbereitstellung entsprechend der Anforderungen des Auftraggebers geregelt. In der Umsetzung des BAP werden durch kontinuierliche Abstimmungen im BIM-Prozess Fehlentwicklungen in der Organisationsstruktur korrigiert bzw. wird die Organisationsstruktur auf veränderte Rahmenbedingungen angepasst.

¹⁴³ (BMVI 2015)

Definitionen des Level of Detail (LOD) in den verschiedenen Planungsphasen für verschiedene Bauteile sorgen dafür, dass Teilplanungen nicht unter Zeitaufwandsverschwendung zu weit vorangetrieben werden. Dabei wird zum einen der Level of Geometry, also die Genauigkeit der zeichnerischen Darstellung definiert, zum anderen wird der Level of Information, also der Umfang der Metainformationen, die im Modell enthalten sind, bestimmt.

Regelmäßige Abstimmungen des BIM-Teams mit dem Auftraggeber an Quality-Gates sorgen für ein kurzzyklisches Voranschreiten des Planungsprozesses als wertschöpfender Prozess im Sinne des Kunden. Das Modell wird daraufhin überprüft, inwieweit es den Auftraggeber-Produkt-Anforderungen (APA) und den Auftraggeber-Information-Anforderungen (AIA) entspricht. Indem Modelländerungen und Modellergänzungen zwischen den Projektbeteiligten regelmäßig aktiv besprochen werden, werden Widersprüche und andere Hindernisse offengelegt, die sich seit der letzten Abstimmung ergeben haben. Des Weiteren lassen sich aktualisierte neue Zwischenziele definieren. Fortschreitende Planungen einzelner ohne Zusammenhang mit den Planungsschritten anderer Beteiligter sind so nahezu ausgeschlossen. Auch lässt sich eine kontinuierliche Rückmeldung der Beteiligten mit dem Auftraggeber sicherstellen.

Planungsinkonsistenzen werden in diesem Zusammenhang frühzeitig bei der Integration verschiedener durch die Fachplaner bearbeiteter Modelle (sogenannte Fachmodelle) durch Kollisionsprüfung identifiziert und abgestellt. 2D-Darstellungen werden konsistent zueinander aus dem Modell abgeleitet. Ziel der Anwendung von BIM sollte es langfristig sein, dass alle Fachplaner gemeinsam an einem einzigen Modell arbeiten. Erneute Dateneingaben in weiteren Planungsschritten sind nicht erforderlich, alle Daten werden direkt aus dem Integrationsmodell entnommen und in dieses Modell wieder eingespielt.

Auch nach Vervollständigung des Planungsmodells werden in der Projektdurchführung durch den Einsatz von BIM redundante Prozessschritte, wie mehrmalige Mengenaufnahme, eliminiert, indem Informationen konsistent zueinander mehrmals aus dem Modell abgeleitet werden.

An der Schnittstelle von Planung und Ausführung kann das Planungsmodell durch den Ausführenden als Grundlage seiner Arbeitsvorbereitung übernommen werden, ohne dass weitere Planungsschritte zur Vorbereitung seiner Terminplanung vonnöten sind.

Informationen für die Betriebsphase lassen sich schließlich direkt aus dem sogenannten „as built“-Modell ableiten und müssen nicht mehrmals in Facility Management-Software separat aufgenommen werden.

9.3 Lean Construction und Agiles Projektmanagement

9.3.1 Agiles Projektmanagement

Agiles Projektmanagement unterscheidet sich stark vom klassischen Projektmanagement. Während das klassische Projektmanagement dadurch geprägt ist, dass Projekte eher linear in aufeinander folgenden Prozessschritten abgewickelt werden, steht beim agilen Projektmanagement die Lösung der Projektaufgabe in iterativen, sich dem Projektziel nähernden Schritten im Vordergrund.

Klassisches Projektmanagement ist somit stark prozessbezogen, hier werden u.a. Standardprozesse mit definierten Rollen festgelegt. Konkret sind Arbeitspakete, Phasen mit Meilensteinen, Verantwortlichkeiten und gewünschte Ergebnisse als Struktur zu erarbeiten. Diese Standardisierung kann eine gewisse Aufweichung erfahren, indem Standardprozesse über Prozessvarianten flexibilisiert und optimiert werden.

Agiles Projektmanagement setzt dagegen auf die Selbstorganisation von Teams, denen bestimmte Aufgaben eigenverantwortlich übertragen werden. Dabei stellt sich stets die Frage, inwieweit Standards befolgt werden sollten bzw. wo es für das Team sinnvoll ist, davon abzuweichen. Es ist im Rahmen von agilem Projektmanagement stets die Frage zu beantworten, wie die Anwendung von Standards optimiert erfolgen kann.¹⁴⁴ Weiterhin wird angestrebt, den Kunden kontinuierlich und möglichst weit in die Projektarbeit zu integrieren.¹⁴⁵

Agiles Denken basiert auf folgenden Priorisierungen des „Agilen Manifests“, die hier auf das allgemeine Projektmanagement übertragen werden:¹⁴⁶

- Individuen und Interaktion über Prozesse und Werkzeuge
- Akzeptable Teilergebnisse über ausführliche Dokumentationen
- Zusammenarbeit mit dem Kunden über strikte Vertragsentwürfe
- Umgang mit Veränderungen über festgelegte Pläne

Agiles Denken stellt also Werte, Transparenz, Kommunikation und Kollaboration in den Vordergrund und nicht Strukturen und Prozesse.

Agiles Projektmanagement eignet sich weniger für Routineaufgaben, da diese gut durch das Definieren und Abarbeiten standardisierter Prozesse bewältigt werden können. Kreative Aufgaben, wie sie die Planungsaufgaben in Bauprojekten darstellen, erscheinen dagegen dafür prädestiniert, agil gesteuert zu werden.

¹⁴⁴ (Kraft und Zöll 2014)

¹⁴⁵ (Hilmer und Krieg 2014)

¹⁴⁶ (Beck et al. 2017)

Agiles Projektmanagement setzt während der iterativen Bearbeitung von Teilaufgaben durch kleine Teams auf soziale Interaktion, d.h. einen intensiven Austausch zwischen den Beteiligten, häufig gestützt durch räumliche Nähe und damit verbundener enger Kommunikation. Agile Teams sollen in großem Umfang selbstverantwortlich ein Projekt zum Erfolg führen. Die Organisation der Kommunikation in den Teams wird an die Teams abgegeben. Rollen werden situationsabhängig auch mit wechselnden Personen besetzt.

Im Nachgang der Problembearbeitung durch die Teams erfolgt eine kurzzyklische Diskussion der Ergebnisse auf Einhaltung der Anforderungen unter Einbeziehung des Kunden. Neue Anforderungen können vom Kunden so jederzeit in das Projekt eingespielt werden.

Durch die regelmäßige Rückspiegelung der Teamergebnisse kann einer Fehlentwicklung in kreativen Prozessen vorgebeugt werden. Verschwendung im Sinne von „Entwicklung an den Anforderungen des Kunden vorbei“ wird so minimiert.

Eine wichtige Methode, die im Rahmen von agilem Projektmanagement zur Anwendung kommt, ist die Methode Scrum, in der sich Teams iterativ den vom Kunden vorgegebenen Anforderungen annähern. Diese Methode wird im nachfolgenden Kapitel dargestellt.

9.3.2 Scrum als Methode des agilen Projektmanagements

Scrum basiert auf Empirismus, der für sich in Anspruch nimmt, dass (Fach-)Wissen aus Erfahrung entsteht und Entscheidungen auf deren Basis getroffen werden. Scrum verfolgt einen iterativen, schrittweisen Ansatz zur Optimierung der Vorhersehbarkeit und Kontrolle von Risiken in der Entwicklung eines Produktes.¹⁴⁷

Ursprünglich stammt der Begriff Scrum aus der Sportart Rugby. „Scrum“ bedeutet wörtlich übersetzt „Angeordnetes Gedränge“, das im Rugby die Ausgangssituation für den Beginn eines neuen Spielzugs ist.

Scrum folgt dabei den Werten Verbindlichkeit, Mut, Fokussierung, Offenheit (Transparenz) und Respekt im Umgang miteinander und für das Produkt.

Das sogenannte Scrum Team besteht grundsätzlich aus dem Product Owner, dem Scrum Master und dem Planungsteam (sogenanntes Dev-Team). Scrum Teams sind interdisziplinär und organisieren sich eigenverantwortlich und selbständig. Daher wählen sie selbst, wie sie ihre Aufgaben fertigstellen und werden weniger durch Außenstehende gesteuert. Interdisziplinär agierende Teams haben alle fachlichen Kompetenzen, um ihre Aufgaben unabhängig von Außenstehenden

¹⁴⁷ (Kröger 2017)

abzuarbeiten und fertigzustellen. Mit diesem Teamansatz ist Scrum dazu ausgelegt, Flexibilität, Kreativität und Produktivität zu fördern.

Anwendung im Bauwesen

Bezogen auf das Bauwesen verfolgt Scrum einen iterativen Ansatz, bei dem Schritt für Schritt dem Auftraggeber (Stakeholder) Produktkomponenten zur Verfügung gestellt werden. Die Aufgaben sind innerhalb von sogenannten Sprints zu absolvieren. Die Dauer dieser Sprints wird abhängig vom Produkt (Projekt) und der Phase der Bearbeitung festgelegt. Somit wird das Produkt iterativ an die Anforderungen des Auftraggebers angepasst. Dazu werden Rollen, Produktanforderungen (Product Backlog) und Aufgaben (Sprint Backlog) definiert.

Die Methode Scrum bietet auch die Möglichkeit zur Optimierung der Produktplanung auf die sich kontinuierlich ändernden Auftraggeber-Anforderungen innerhalb der Methode Building Information Modelling (BIM). In diesem Zusammenhang kann das übliche Zusammenwirken von Auftraggeber-Produkt-Anforderung (APA), Auftraggeber-Informationen-Anforderungen (AIA) und BIM-Abwicklungsplan (BAP) modifiziert werden. Üblich ist zunächst die Erstellung der APA und der AIA seitens des Auftraggebers als BIM-Pflichtenheft. Dabei werden die auftraggeberseitigen Anforderungen an das Produkt und die ihm zur Verfügung zu stellenden Informationen definiert.

Das sogenannte Product Backlog ist eine Auflistung der seitens des Auftraggebers gewünschten Produktanforderungen (entsprechend z.B. einer funktionalen Leistungsbeschreibung). Diese Produktanforderungen werden unter Verwendung des Scrum Ansatzes in sogenannten User Stories beschrieben und priorisiert. Diese User Stories werden durch das Planungsteam (Dev-Team) und den Scrum Master auf Vollständigkeit geprüft und akzeptiert. Das Dev-Team erstellt dann im Sprint Planning eigenverantwortlich das Sprint Backlog, in dem das Product Backlog in Aufgaben aufgeteilt wird, und verpflichtet sich, diese Aufgaben in dem vorgegebenen Sprintzeitraum abzuarbeiten. Im Rahmen dieser Bearbeitung wird die Konformität mit dem Product Backlog gewährleistet. Daraus resultiert, dass die APA sukzessive erfüllt werden. Durch die Aufteilung in iterative Schritte und die Bestätigung der Konformität durch den Auftraggeber am Ende eines Sprints wird gewährleistet, dass es zu keinen Produktfehlentwicklungen kommt.

Das Planungsteam (Dev-Team) trifft sich täglich zu kurzen Statusbesprechungen („Daily Scrum Meetings“, „Daily Scrums“ oder „Daily Standup“ genannt). Im Rahmen dieses Daily Scrums wird täglich der Fortschritt der Abarbeitung der Aufgaben allen Mitgliedern des Scrum Teams transparent gemacht. Diese Treffen sollten in der Regel nicht länger als 15 Minuten dauern und zu einem fest definierten Zeitpunkt stattfinden. Unterstützend kann hier eine Tafel mit den Spalten „To-Do“, „Doing“ und „Done“ eingesetzt werden. Die Teilnehmer schildern dann, was sie am Vortrag getan haben, was sie heute tun werden und welche Hemmnisse oder Probleme sie bei der Abarbeitung Ihrer Aufgaben sehen.

Das Ende jedes Sprintzeitraums bildet der Sprint Review, in dem die Konformität der erledigten Aufgaben mit dem Product Backlog durch den Product Owner bewertet und bestätigt wird. Zusätzlich werden in einer Sprint-Retrospective systemische Verbesserungspotentiale evaluiert und für den nächsten Sprint genutzt.

Rollen:

Neben den klar definierten Prozessen müssen bei Scrum ebenso die Rollen im Scrum Team klar verteilt und definiert sein. Die wichtigsten Rollen nehmen der Product Owner, das Dev-Team und der Scrum Master ein.

Der Product Owner ist eine Einzelperson, die für das Product Backlog verantwortlich ist. Das Management des Product Backlogs umfasst folgende Aufgaben:

- Eindeutige Definition der Elemente und kontinuierliche Fortschreibung des Product Backlogs;
- Anordnung der Elemente in das Product Backlog, um die bestmögliche Erreichung der Ziele und Aufgaben zu ermöglichen;
- Mitwirkung bei der Optimierung der Wertschöpfung des Dev-Teams;
- Sicherstellung, dass das Product Backlog verfügbar, transparent und für alle verständlich ist und aufzeigt, was die nächsten Schritte des Scrum Teams sind;
- Sicherstellung, dass das Dev-Team die Elemente des Product Backlogs und den Zeitpunkt des Bedarfs versteht.

Bei dem Product Owner handelt es sich um eine Person und nicht um ein Gremium. Er ist sozusagen der fachlich geschulte Vertreter des Auftraggebers (Stakeholder). Gegebenenfalls fasst er die Anforderungen eines Gremiums im Product Backlog zusammen. Sofern das Gremium bzw. der Auftraggeber Änderungen an seinen Produktanforderungen vornehmen möchte, sind diese an den Product Owner zu kommunizieren.

Das Dev-Team besteht aus fachlich versierten Planern, die an der Erarbeitung eines auf Konformität mit den Produktanforderungen ausgerichteten Produktes arbeiten. Dies erfolgt in zeitlich festgelegten Sprints. Ausschließlich die Mitglieder eines Dev-Teams arbeiten an den Inkrementen eines Sprints. Die Dev-Teams werden dazu ermächtigt, eigenverantwortlich und selbständig die Organisation ihrer Arbeit vorzunehmen. Die daraus resultierenden Synergien innerhalb des Dev-Teams erhöhen die Effektivität und Effizienz derselben.

Dev-Teams zeichnen sich durch folgende Punkte aus:

- Dev-Teams sind selbstorganisierend. Niemand gibt ihnen vor, wie den Produkthanforderungen konforme Inkremente erarbeitet werden;
- Dev-Teams sind interdisziplinär ausgerichtet, um die optimale Entwicklung eines Inkrements des Produktes zu gewährleisten;
- Scrum kennt keine Hierarchien innerhalb des Dev-Teams; Titel spielen demnach keine Rolle. Hierzu gibt es ausdrücklich keine Ausnahmen;
- Innerhalb des Dev-Teams gibt es auch unabhängig von speziellen Fachdisziplinen keine Unterteams;
- Einzelne Mitglieder des Dev-Teams mögen spezielles Fachwissen haben, stehen aber in Verantwortung zu dem Dev-Team als Ganzes.

Der Scrum Master stellt sicher, dass alle Mitglieder des Scrum Teams den Scrum Ansatz verstanden haben und auch umsetzen. Dies erfolgt durch Einhaltung der Scrum Theorie, Methoden und Regeln.

Der Scrum Master dient dem Scrum Team als Ganzes. Dabei stellt er bei Außenstehenden das Verständnis her, welche ihrer Interaktionen mit dem Scrum Team hilfreich und welche nicht hilfreich sind. Weiterhin moderiert er die Scrum Meetings, schafft ausreichende Rahmenbedingungen und ist bei Schwierigkeiten erster Ansprechpartner. Abbildung 27 zeigt beispielhaft ein Scrum-Board.



Abbildung 27: Meeting am Scrum Board¹⁴⁸

¹⁴⁸ (KTC – Karlsruhe Technology Consulting GmbH)

Anhang A: Literaturverzeichnis

- Arbulu, Roberto, Glenn Ballard und Nigel Harper. 2003. Kanban in Construction. 11th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Virginia USA, 1–12.
- Ballard, Glenn. 2008. The Lean Project Delivery System: An Update. In: *Lean Construction Journal*, 1–19.
- Ballard, Glenn. 2002. „The Last Planner System of Production Control“. PhD Thesis, Birmingham: The University of Birmingham, UK.
- Ballard, Glenn. 2000. Lean Project Delivery System. Lean Construction Institute, Berkley, CA.
- Ballard, Glenn und Gregory A. Howell. 2003. *Lean project management*. In: *Building Research and Information*. 31(2): 119-133.
- Balle, Michael. 2014. *Lead with respect*. Cambridge, MA: Lean Enterprise Institute, Inc.
- Balsliemke, Frank. 2015. *Kostenorientierte Wertstromplanung: Prozessoptimierung in Produktion und Logistik*. Essentials. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Bauch, Christoph. 2004. „Lean Product Development: Making waste transparent“. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology.
- Beck, Kent, Mike Beedle, Arie van Bennekum, Alistair Cockburn, Ward Cunningham, Martin Fowler, James Grenning, u. a. 2017. „Manifest für Agile Softwareentwicklung“. [http:// agilemanifesto.org](http://agilemanifesto.org).
- Bertelsen, Sven und Stephen Emmitt. 2005. „The Client as a Complex System“. In: 13th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Sydney Australia, 73–79.
- Biesterfeld, Andreas. 1999. *Informationsmanagement im schlüsselfertigen Bauen durch datenbankgestützten Organisationsaufbau mit kompatiblen Vertragsmodulen*. Baubetrieb und Baumaschinen, H. 13. Berlin: Techn. Univ., Universitätsbibliothek.
- Brandes, Ulf, Pascal Gemmer, Holger Koschek und Lydia Schültken. 2014. *Management Y: Agile, Scrum, Design Thinking & Co. ; so gelingt der Wandel zur attraktiven und zukunftsfähigen Organisation*. Frankfurt am Main New York: Campus Verlag.
- Breyter, Mariya. 2017. „Agile Lean Transformation“. <http://www.agileleantransformation.com/>.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). 2015. Stufenplan Digitales Planen und Bauen - Einführung moderner, IT-gestützter Prozesse und Technologien bei Planung, Bau und Betrieb von Bauwerken. Abgerufen am 15.03.2018. https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/stufenplan-digitales-bauen.pdf?__blob=publicationFile.
- Colledge, Barbara. 2005. „Relational Contracting – Creating Value Beyond the Project“. *Lean Construction Journal*, Nr. 2 (April): 30–45.
- Denzer, Michael, Nils Muenzl, Felix A. Sonnabend und Shervin Haghsheno. 2015. Analysis of definitions and quantification of waste in construction. 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Perth Australia, 723–732.
- Dewitz, M., und W.A. Günthner. 2013. „Routenzug ist nicht gleich Routenzug“. *F + H Fördern und Heben*, 38–41, abgerufen 29.03.17, 07:52.

- El Asmar, Mounir, Awad S. Hanna und Wei-Yin Loh. 2013. „Quantifying Performance for the Integrated Project Delivery System as Compared to Established Delivery Systems“. *Journal of Construction Engineering and Management* 139 (11).
- Flores, Fernando und Maria Flores Letelier. 2012. *Conversations For Action and Collected Essays: Instilling A Culture of Commitment in Our Working Relationships*. North Charleston, South Carolina: CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Foer, Joshua. 2012. *Moonwalking with Einstein: The Art and Science of Remembering Everything*. New York: Penguin Press.
- Frandsen, Adam, Klas Berghede und Iris D. Tommelein. 2013. *Takt Time Planning for Construction of Exterior Cladding*. 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Fortaleza Brazil, 527–536.
- Friedrich, Jürgen, Karl-Heinz Rödiger, Association for Computing Machinery, Gesellschaft für Informatik und Universität Bremen, Hrsg. 1991. *Computergestützte Gruppenarbeit (CSCW): 1. Fachtagung, 30. September bis 2. Oktober 1991, Bremen*. Berichte des German Chapter of the ACM, Bd. 34. Stuttgart: B.G. Teubner.
- Gattermeyer, Wolfgang, Hrsg. 2001. *Change Management und Unternehmenserfolg: Grundlagen - Methoden - Praxisbeispiele*. 2., Aktualisierte und erw. Aufl. Wiesbaden: Gabler.
- Gehbauer, Fritz. 2006. „Lean Management im Bauwesen“. *Hintergründe, Anwendungen, Möglichkeiten Skript*, TMB-Universität Karlsruhe, Anlage zu LPS.
- Gehbauer, Fritz und Jürgen Kirsch. 2006. „Lean Construction - Produktivitätssteigerung durch ‚schlanke‘ Bauprozesse“. *Bauingenieur* 81 (11): 504–9.
- Gröbner, Michael. 2009. *Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Just-in-Time, Just-in-sequence und One-piece-flow-Fertigungskonzepten*. In: Dickmann, Philipp (Hrsg.), *Schlanker Materialfluss mit Lean Production, Kanban und Innovation*. 2. aktualisierte und erweiterte Auflage. Berlin: Springer.
- Gupta, Arjun. P., Iris D. Tommelein und Katherine Blume. 2009. *Framework for Using A3s to Develop Shared Understanding on Project*. 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Taipei Taiwan, 545–556.
- Haghsheno, Shervin, Marco Binner, Janosch Dlouhy und Simon Sterlike. 2016. „History and Theoretical Foundations of Takt Planning and Takt Control“. In: *Proc. 24th Ann. Conf. of the Int'l Group for Lean Construction*. Boston, MA.
- Haldi, Emanuel D. 2001. „Nutzenpotentiale internetgestützter Informations- und Kommunikationssysteme für das integrierte Management der Human-Ressourcen in internationalen Unternehmen unter besonderer Berücksichtigung des strategischen HR Controlling“. ETH Zürich.
- Hauptverband der Deutschen Bauindustrie, Hrsg. 2010. „Referenzprojekte Partnering“.
- Heidemann, Ailke. 2011. *Kooperative Projektabwicklung im Bauwesen unter der Berücksichtigung von Lean-Prinzipien - Entwicklung eines Lean-Projektabwicklungssystems: Internationale Untersuchungen im Hinblick auf die Umsetzung und Anwendbarkeit in Deutschland*. Institut für Technologie und Management im Baubetrieb, Karlsruher Institut für Technologie Reihe F 68. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing.

- Heiserich, Otto-Ernst, Klaus Helbig und Werner Ullmann. 2011. *Logistik Eine praxisorientierte Einführung*. Wiesbaden: Gabler Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8349-6451-9>.
- Hilmer, Stefan und Alexander Krieg. 2014. „Standardisierung vs. Kultur: Klassisches und agiles Projektmanagement im Vergleich“. In *Projektmanagement und Vorgehensmodelle 2014 - Soziale Aspekte und Standardisierung*. Stuttgart.
- Howell, Gregory A. 1999. „What is Lean Construction?“. 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Berkeley USA, 1–10.
- Johannessen, Jon-Arild und Olsen. 2011. „Projects as Communicating Systems: Creating a Culture of Innovation and Performance“. *International Journal of Information Management*, Nr. 31 (Februar): 30–37.
- Kalsaas, Bo Terje, John Skaar und Rein Terje Thorstensen. 2015. „Pull Vs. Push in Construction Work Informed by Last Planner“. In *Pro. 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Perth, Australia.
- Klaus, Peter, Hrsg. 2012. *Gabler Lexikon Logistik: Management logistischer Netzwerke und Flüsse*. 5. Aufl. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Klotz, Leidy und Michael Horman. 2007. „Transparency, Process Mapping and Environmentally Sustainable Building Projects“. In *Proceedings IGLC-15*, 322–331. Michigan, USA.
- Korn, M. 2004. *Ein Controlling-System für den effizienten Einsatz von Projektkommunikationssystemen in Bauprojekten*. TU Berlin.
- Koskela, Lauri. 1992. Application of the new production philosophy to construction. Technical Report Number 72. Stanford University, Center for Integrated Facility Engineering.
- Kotter, John P. 1996. *Leading change*. Boston, Mass: Harvard Business School Press.
- . 2009. *Das Prinzip Dringlichkeit: schnell und konsequent handeln im Management*. Frankfurt, M.: Campus-Verl.
- Kotter, John P. und Dan S. Cohen. 2002. *The heart of change: real-life stories of how people change their organizations*. Boston, Mass: Harvard Business School Press.
- KPMG AG. 2017. „Transformation“. Juni 29. <https://home.kpmg.com/de/de/home/themen/2015/01/transformation.html>.
- Kraft, Bodo und Axel Zöll. 2014. „Von der Langstrecke zum Sprint - Agile Methoden in traditionellen Unternehmen“. In *Projektmanagement und Vorgehensmodelle 2014 - Soziale Aspekte und Standardisierung*. GI Edition Proceedings. Stuttgart: Ges. für Informatik.
- Kröger, Samy. 2017. *BIM und Lean Construction: Synergien zweier Arbeitsmethoden*. Berlin: Beuth.
- KTC-Karlsruhe Technology Consulting GmbH. 2017. *Interne Materialien und Photos*.
- Lauer, Thomas. 2010. *Change Management: Grundlagen und Erfolgsfaktoren*. Berlin: Springer.
- Lean Construction Institute. 2015. *The Mindset of an Effective Big Room*. Abgerufen am 05.12.2017. https://leanconstruction.org/media/learning_laboratory/Big_Room/Big_Room.pdf.

- Lewin, Kurt. 1947. „Frontiers in Group Dynamics: Concept, Method and Reality in Social Science; Social Equilibria and Social Change“. *Human Relations* 1 (1): 5–41. doi:10.1177/001872674700100103.
- Lichtig, William A. 2005. Sutter Health: Developing a Contracting Model to Support Lean Project Delivery. In: *Lean Construction Journal* 2 (1): 105–112.
- Liker, Jeffrey K., David Meier und Almuth Braun. 2011. *Der Toyota-Weg: für jedes Unternehmen ; Praxisbuch*. 5., Unveränd. Aufl. München: FinanzBuch-Verl.
- Liker, Jeffrey K. 2004. *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw Hill.
- Miron, Luciana I. Gomes, Amit Kaushik und Lauri Koskela. 2015. *Target Value Design: The Challenge of Value Generation*. 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Perth Australia, 815–825.
- Mossman, A. und A. De Miranda. 2011. „Introduction to Lean and Last Planner“. The Change Business Ltd.
- Ohno, Taiichi. 1988. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Cambridge, Mass: Productivity Press.
- Petäjäniemi, P. 2016. „Innovative Vertragsmodelle – Erfahrungen mit Allianz-Modellen bei Infrastrukturprojekten in Finnland“. gehalten auf dem 2. GLCI-Kongress am 25.10.2016, Frankfurt am Main.
- Pfeiffer, W. und E. Weiß. 1994. *Lean Management. Grundlagen der Führung und Organisation lernender Unternehmen*. 2., überarb. und erw. Aufl. Berlin: Schmidt.
- Racky, Peter. 2007. „Effiziente Bauprojektentwicklung mit Partnerschaftsmodellen“. *Bauingenieur* 82 (3): 150–158.
- REFA-Consulting AG. Abgerufen am 05.12.2017. <https://refa-consulting.de/unternehmensberatung/multimomentaufnahmen>
- Refine Projects. 2017. *Interne Materialien*.
- Riemer, Kai. 2012. „Bullwhip-Effekt“. *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik*. <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/lexikon/informationssysteme/crm-scm-und-electronic-business/Supply-Chain-Management/Planung-in-Lieferketten-und-netzwerken/Bullwhip-Effekt>.
- Rother, Mike und John Shook. 2009. *Learning to See: Value-Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Version 1.4. A Lean Tool Kit Method and Workbook. Cambridge, Mass: Lean Enterprise Inst.
- Rousseau, D. M., S. B. Sitkin, R. S. Burt und C. Camerer. 1998. „Not So Different After All: A Cross-Discipline View of Trust“. *Academy of Management Review* 23 (3): 393–404. doi:10.5465/AMR.1998.926617.
- Singer, David J., Norbert Doerry und Michael E. Buckley. 2009. *Naval Engineers Journal*. doi: 10.1111/j.1559-3584.2009.00226.x.
- Schlabach, Carina. 2013. *Untersuchungen zum Transfer der australischen Projektentwicklungsform Project Alliancing auf den deutschen Hochbaumarkt*. Kassel [Germany: Kassel University Press. <http://public.eblib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=3319980>.

- Schöttle, Annett, Shervin Haghsheno und Fritz Gehbauer. 2014. „Defining Cooperation and Collaboration in the Context of Lean Construction“. In *Proceeding IGLC-22*, 1.269–1.280.
- Schuh, Günther. 2013. *Lean Innovation*. Berlin: Springer.
- Seeck, Stephan. 2010. *Erfolgsfaktor Logistik klassische Fehler erkennen und vermeiden*. Wiesbaden: Gabler.
- Shook, John. 2008. *Managing to learn: using the A3 management process to solve problems, gain agreement, mentor and lead*. Version 1.0. Cambridge, MA: Lean Enterprise Institute.
- Smith, R.E., A. Mossman und S Emmitt. 2011. „Editorial: Lean and Integrated Project Delivery“. *Lean Construction Journal*, 1–16.
- Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Hrsg. 2014. *222 Keywords Logistik: Grundwissen für Fach- und Führungskräfte*. 2., Aktualisierte Aufl. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Staufen AG (Hrsg.) 2016. *25 Jahre Lean Management. Lean gestern, heute und morgen*. http://www.staufen.ag/fileadmin/HQ/02-Company/05-Media/2-Studies/STAUFEN.-studie-25-jahre-lean-management-2016-de_DE.pdf.
- The American Institute of Architects – AIA. 2007. „Integrated Project Delivery: A Guide“.
- . 2008. „A295-2008 General Conditions of the Contract for Integrated Project Delivery“.
- . 2010. „Integrated Project Delivery: Case Studies“.
- . 2011. „AIA Contract Documents - Contract Relationship Diagrams“.
- . 2012. „IPD Case Studies“.
- Tommelein, Iris D. und Glenn Ballard. 2016. *Lean Construction Glossary*. P2SL University of California Berkeley Version 2.7.
- Töpfer, Armin, Hrsg. 2009. *Lean Six Sigma: erfolgreiche Kombination von Lean Management, Six Sigma und Design for Six Sigma*. Berlin: Springer.
- Verein Deutscher Ingenieure – VDI. 2019. VDI-Richtlinie VDI 2553 – Lean Construction. Berlin: Beuth.
- Victoria und Department of the Treasury and Finance. 2010. *The Practitioners' Guide to Alliance Contracting*. Melbourne: Dept. of Treasury and Finance. [http://www.dtf.vic.gov.au/CA25713E0002EF43/WebObj/ThePractitioners%27GuidetoAllianceContracting/\\$File/The%20Practitioners%27%20Guide%20to%20Alliance%20Contracting.pdf](http://www.dtf.vic.gov.au/CA25713E0002EF43/WebObj/ThePractitioners%27GuidetoAllianceContracting/$File/The%20Practitioners%27%20Guide%20to%20Alliance%20Contracting.pdf).
- Ward, Allen, Jeffrey K. Liker, John J. Cristiano und Durward K. Sobek II. 1995. The Second Toyota Paradox: How Delaying Decisions Can Make Better Cars Faster. MIT Sloan Management Review.
- Westkämper, Engelbert. 2006. *Einführung in die Organisation der Produktion*. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.
- Weuster, Arnulf. 2008. *Unternehmensorganisation. Organisationsprojekte – Aufbaustrukturen*. 3. Auflage. München und Mering: Rainer Hampp Verlag.

- Womack, James P. und Daniel T. Jones. 2013. *Lean Thinking Ballast abwerfen, Unternehmensgewinne steigern*. 3. aktualisierte und erweiterte Auflage. Frankfurt/New York: Campus Verlag.
- Womack, James P. und Daniel T. Jones. 2003. *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. 1st Free Press ed., And updated. New York: Free Press.
- Womack, James P., Daniel T. Jones und Daniel Roos. 1991. *The machine that changed the world: how Japan's secret weapon in the global auto wars will revolutionize western industry*. 1st HarperPerennial ed. New York, NY: HarperPerennial.
- Woodruff, Robert B. 1997. „Customer Value: The next Source for Competitive Advantage“. *Journal of the Academy of Marketing Science* 25 (2): 139–153.
doi:10.1007/BF02894350.
- Zimina, Daria, Glenn Ballard und Christine Pasquire. 2012. „Target value design: using collaboration and a lean approach to reduce construction cost“. *Construction Management and Economics* 30 (5): 383–398.
- Zollondz, Hans-Dieter. 2013. *Grundlagen Lean Management: Einführung in Geschichte, Begriffe, Systeme, Techniken sowie Gestaltungs- und Implementierungsansätze eines modernen Managementparadigmas*. Edition Management. München: Oldenbourg Verlag.

Anhang B: Abkürzungsverzeichnis

AEZ	Anteil eingehaltener Zusagen
AIA	American Institute of Architects
ALT	Alliance Leadership Team
AMT	Alliance Management Team
AM	Alliance Manager
APA	Auftraggeber-Produkt-Anforderungen
AIA	Auftraggeber-Informationen-Anforderungen
APT	Alliance Project Team
Arge	Arbeitsgemeinschaft
BAP	BIM-Abwicklungsplan
BIM	Building Information Modelling
ECI	Early Contractor Involvement
FRS	First Run Studies
GLCI	German Lean Construction Institute
GPA	Gesamtprozessanalyse
IFOA	Integrated Form of Agreement
IPD	Integrated Project Delivery
IPK	In-Prozess Kanban
JiS	Just-in-Sequence
JiT	Just-in-Time
KPI	Key Performance Indicator
KVP	Kontinuierliche Verbesserung von Prozessen
LPDS	Lean Project Delivery System
LPS	Last Planner System
NEC	New Engineering Contracts
NOP	Non Owner Participants
PAA	Project Alliancing Agreement
PBD	Point-based Design
PDCA	Plan Do Check Act
PEA	Prozentsatz eingehaltener Aussagen/Aufgaben
PEP	Produktionsevaluations- und Planungsbesprechungen
PPC	Project Partnering Contract/Percent Plan Completed
PSP	Projektstrukturplan
SBD	Set-Based Design
SCM	Supply Chain Management

SOW	Scope of Work
SPE	Single Purpose Entity
TGA	Technische Gebäudeausstattung
TMR	Task Made Ready
TOC	Target Output Costs
TPTS	Taktplanung und Taktsteuerung
TVD	Target Value Design
WPT	Wider Project Team

Anhang C: Glossar

- 5S/5A:** Mit der 5S- bzw. 5A-Methode sollen Fehler und Unfallgefahren am Arbeitsplatz und damit einhergehend Verschwendung reduziert bzw. eliminiert werden.¹⁴⁹ Ferner werden mit ihrer Hilfe Ordnung und Standardisierung erreicht. Die hierzu erforderlichen Schritte sind die 5S (im Japanischen) bzw. 5AS (im Deutschen): **Seiri/Aussortieren**, **Seiton/Aufräumen**, **Seiso/Arbeitsplatz sauber halten**, **Seiketsu/Anordnung standardisieren**, **Shitsuke/Alle Vorgaben einhalten**.¹⁵⁰
- 5W:** Die 5-Warum-Fragetechnik wurde von Taiichi Ohno im Toyota-Produktions-System etabliert und dient dem gezielten Nachforschen nach den tatsächlichen Ursachen eines Problems, indem solange (häufig mindestens fünf Mal) nach der Ursache (bzw. nach dem „Warum“) gefragt wird, bis die Kernursache für das Problem identifiziert wurde.¹⁵¹
- A3-Report:** Systematische Darstellung eines Sachverhalts bzw. Problemlösungsprozesses auf einer DIN-A3-Seite, mit dem Ziel, Prozesse transparent und verständlich darzustellen und somit die Kommunikation zu vereinfachen und zu beschleunigen. (vgl. Kapitel 8.3.1)
- Big Room:** Die Projektbeteiligten aller Gewerke und Projektphasen arbeiten ohne räumliche Trennung zusammen in einem Büro, das ähnlich wie ein Großraumbüro entweder als Co-Location oder temporär als kollaborativer Arbeitsraum genutzt wird. Kommunikation der Beteiligten untereinander, Transparenz und das Verständnis für den Gesamtprozess sollen auf diese Weise bei den Beteiligten verbessert werden. (vgl. Kapitel 8.2)
- Durchlaufzeit:** Die Durchlaufzeit ist die Zeit in Arbeitstagen zwischen dem Start (Erstes Gewerk) und dem Ende (letztes Gewerk) des Gewerkezugs innerhalb eines Loses.

¹⁴⁹ (Liker 2004)

¹⁵⁰ (Zollondz 2013)

¹⁵¹ (Zollondz 2013)

Fluss-Prinzip:	Das Fluss-Prinzip ist eines der fünf Lean-Prinzipien nach Womack und Jones. Es impliziert, die Prozesse entlang der Wertschöpfungskette fließen zu lassen. Das heißt, die Prozesse sollen gleichmäßig ablaufen, es soll keine Wartezeiten zwischen einzelnen Prozessschritten geben und die Losgrößen werden idealerweise möglichst klein gehalten. (vgl. Kapitel 2.2.3)
Gemba:	Japanischer Begriff, der den Ort der Wertschöpfung bezeichnet; hierbei handelt es sich z.B. um die Fertigungshalle oder die Produktionshalle. ¹⁵² Im Bauwesen ist hierunter die Baustelle zu verstehen.
Gewerkezug:	Der Gewerkezug ist die Gewerkereihenfolge, die zur vollständigen Leistungserbringung innerhalb eines Loses notwendig ist. Die Gewerkereihenfolge bzw. Gewerkekoppelung bleibt beim Durchlaufen innerhalb der Lose unverändert. Für den Gewerkezug sind Schnittstellen zwischen den Gewerken, als auch alle Leistungen innerhalb eines Loses eindeutig festgelegt.. (vgl. Kapitel 5.3.3.2)
Integrierte Projektentwicklung:	Wird im Englischen als Integrated Project Delivery, bzw. abgekürzt IPD, bezeichnet. IPD ist ein Ansatz zur Projektentwicklung, bei dem alle Projektbeteiligten ausgehend von einem Mehrparteienvertrag kollaborativ über alle Phasen des Projektes hinweg eng zusammenzuarbeiten und frühzeitig integriert werden. Der vertrauensbasierte Projektansatz soll alle Beteiligten dazu motivieren, die Projektziele und nicht ihre eigenen Ziele bzw. Vorteile zum Maßstab ihres Handelns zu machen. ¹⁵³ (vgl. Kapitel 4)
Ishikawa-Diagramm:	Wird aufgrund der visuellen Darstellung auch als Fischgrätendiagramm bezeichnet und dient der zielorientierten und angeleiteten Ermittlung von Ursachen für ein bestimmtes Problem. ¹⁵⁴ (vgl. Kapitel 0)
Kaizen:	Japanischer Begriff, der übersetzt die Veränderung zum Guten bzw. zum Besseren bezeichnet. ¹⁵⁵ Im Deutschen wird der Begriff häufig in Zusammenhang mit dem fünften Lean-Prinzip „Streben nach Perfektion“ von Womack und Jones verwendet und wird auch als „Kontinuierlicher Verbesserungsprozess“ bzw. abgekürzt KVP bezeichnet. (vgl. Kapitel 2.2.5)

¹⁵² (Tommelein und Ballard 2016)

¹⁵³ (The American Institute of Architects - AIA 2007)

¹⁵⁴ (Zollondz 2013)

¹⁵⁵ (Liker 2004)

- Kanban:** Japanischer Begriff, der ins Deutsche übersetzt Schild oder Karte bedeutet. Kanban dient der Realisierung des Pull-Prinzips und wurde im Toyota-Produktions-System entwickelt: Dem vorhergehenden Produktionsprozess wird durch Karten an Behältern signalisiert, welche Lieferungen benötigt werden.¹⁵⁶ (vgl. Kapitel 7.2.4.2)
- Last-Planner-System:** Eine aus fünf Elementen bestehende Methodik der Produktionsplanung und -steuerung, die alle fünf Lean Prinzipien nach Womack und Jones systematisch im Projekt abbildet.¹⁵⁷ Ziel des Last Planner Systems ist die frühzeitige und projektbegleitende kollaborative Produktionsplanung durch Integration aller Projektbeteiligten inklusive des „Letzten Planers“ (z.B. Fachplaner, Architekten, Poliere); Termin- und Ressourcenplanung ergeben sich aus dem gemeinsam erarbeiteten Produktionsplan. (vgl. Kapitel 5.2)
- Lean Prinzipien:** Die fünf Lean Prinzipien nach Womack und Jones bilden die Grundlage des Lean Thinking. Es handelt sich bei den Prinzipien um das Erkennen des Werts aus Kundensicht, das Erfassen des Wertstroms, das Fluss-Prinzip, das Pull-Prinzip und Streben nach Perfektion.¹⁵⁸ (vgl. Kapitel 2.2)
- Lean Transformation:** Bezeichnet die Umgestaltung einer Organisation mit dem Ziel, Ansätze des Lean Management langfristig in der Unternehmensphilosophie zu verankern und eine Lean Kultur zu etablieren. (vgl. Kapitel 3.3)
- Muda:** Japanischer Begriff, der Verschwendung bedeutet. Unter Verschwendung werden im Lean Management alle Tätigkeiten verstanden, die zwar Ressourcen verbrauchen, allerdings keinen Wert im Sinne des Kunden erzeugen.¹⁵⁹ (vgl. Kapitel 2.3)

¹⁵⁶ (Zollondz 2013)

¹⁵⁷ (Womack und Jones 2003)

¹⁵⁸ (Womack und Jones 2013)

¹⁵⁹ (Zollondz 2013)

PDCA-Zyklus:	Abkürzung, die für „Plan – Do – Check – Act“ steht. Mit Hilfe der vier genannten Schritte sollen die Prinzipien der kontinuierlichen Verbesserung in einer ständig lernenden Organisation umgesetzt werden. ¹⁶⁰ Die Schritte „Check“ und „Act“ sollen die tatsächliche Realisierung von Plänen sicherstellen und kontrollieren. ¹⁶¹ (vgl. Kapitel 2.2.5)
Poka Yoke:	Japanischer Begriff, der „Vermeidung von Fehlern“ bedeutet. Fehler und somit Verschwendung werden vermieden, indem bereits präventiv Maßnahmen eingeleitet und Vorkehrungen getroffen werden, damit Fehler gar nicht erst passieren können. Methoden des Poka Yoke dienen der Qualitätssicherung. ¹⁶²
Pull-Prinzip:	Eines der fünf Lean Prinzipien nach Womack und Jones, bei dem das Produkt durch den Prozess gezogen wird: Die Produktion eines Produkts bzw. Zwischenprodukts wird erst durch ein Signal des nachgelagerten Prozesses ausgelöst bzw. der Impuls für die Produktion geht vom Kunden aus. (vgl. Kapitel 2.2.4)
Set Based Design:	Beim Set Based Design werden im Planungsprozess mehrere Planungsalternativen zeitgleich parallel verfolgt und ausgearbeitet. Mit fortschreitender Planungszeit und zunehmender Dichte an Informationen werden sukzessive Alternativen ausgeschlossen und zum spätestens möglichen Zeitpunkt wird eine Alternative als bestmögliche Lösung ausgewählt. ¹⁶³ (vgl. Kapitel 6.4)
Streben nach Perfektion:	Eines der Lean Prinzipien nach Womack und Jones; hierunter ist eine im Unternehmen zu implementierende Philosophie zu verstehen, die durch stetiges Hinterfragen, Anpassen und Verbessern der Prozesse einen Zustand der Perfektion anstrebt. Hierunter ist nicht die Erreichung eines nicht realisierbaren Zustands der Perfektion zu verstehen. (vgl. Kapitel 2.2.5)
Takt:	Der Takt ist eine Zeiteinheit. Er gibt an, innerhalb welchen Zeitraums eine Produktionseinheit fertiggestellt werden muss, um damit die Nachfrage nach dem Produkt zu erfüllen. ¹⁶⁴ (vgl. Kapitel 5.3)

¹⁶⁰ (Tommelein und Ballard 2016)

¹⁶¹ (Liker 2004)

¹⁶² (Zollondz 2013)

¹⁶³ (Tommelein und Ballard 2016)

¹⁶⁴ (Frandsen, Berghede und Tommelein 2013)

- Taktbereich (bzw. Los):** Mit Taktbereichen (bzw. Los) wird ein Projekt in räumliche Einheiten untergliedert, in denen jedes Gewerk eine bestimmte Arbeit in einer bestimmten Zeit nach Lean Management Prinzipien erledigen soll.¹⁶⁵ (vgl. Kapitel 5.3)
- Taktplanung:** Ziel der Taktplanung ist die Ausrichtung der Bauprozesse nach den fünf Lean Prinzipien von Womack und Jones. Dies geschieht in zwei Phasen: In der ersten Phase werden der Takt, die Reihenfolge der Gewerke und Durchlaufzeiten für jedes Los bestimmt; in der zweiten Phase wird basierend auf Phase eins ein getakteter Gesamtarbeitsterminplan erstellt. Der Gesamtterminplan wird visualisiert, allen Beteiligten zur Verfügung gestellt und im Rahmen der Taktsteuerung diskutiert. (vgl. Kapitel 5.3)
- Taktsteuerung:** Anhand des in der Taktplanung erstellten Gesamtterminplans werden regelmäßig Taktsteuerungsbesprechungen mit allen Prozesseignern des Projekts durchgeführt. Während der Besprechung werden die Fortschritte des Projekts sowie Abweichungen vom Gesamtterminplan besprochen, bewertet und erforderliche Anpassungen werden vorgenommen. (vgl. Kapitel 5.3)
- Taktzeit:** Die Taktzeit ist der Quotient aus der verfügbaren Produktionszeit pro Schicht geteilt durch die Kundennachfrage in Produktionseinheiten pro Schicht.¹⁶⁶ Die Taktzeit gibt an, in welcher Zeit eine Produktionseinheit fertiggestellt werden soll, damit die Nachfrage optimal bedient werden kann.¹⁶⁷ Auf die Baustelle bezogen entspricht das der zur Verfügung stehenden Ausführungszeit pro Taktbereich bzw. Los, die ein Gewerk zur vollständigen Leistungserbringung benötigt
- Target Value Design:** Im Target Value Design werden Restriktionen bezüglich Kosten und anderer Parameter in der Regel durch den Kunden zur Erreichung der Ziele vorgegeben. In Abhängigkeit dieser vorgegebenen Restriktionen werden Pläne zur Realisierung der Ziele entwickelt und umgesetzt.¹⁶⁸ (vgl. Kapitel 6.5)

¹⁶⁵ (Haghsheno et al. 2016)

¹⁶⁶ (Rother und Shook 2009)

¹⁶⁷ (Frandsen et al. 2013)

¹⁶⁸ (Miron et al. 2015)

- Wert:** Wert aus Sicht des Kunden zu schaffen ist das obere Handlungsziel der Tätigkeiten im Lean Management.¹⁶⁹ Leistungen, die Wert schaffen, sind solche, für die beispielsweise der Kunde bereit ist zu zahlen oder die anderweitig vom Abnehmer anerkannt werden.¹⁷⁰
- Wertstrom:** Der Begriff Wertstrom fasst alle Tätigkeiten zusammen, die erforderlich sind, um ein Produkt bzw. eine Dienstleistung durch die drei Managementaufgaben Produktentwicklung, Informationsmanagement sowie die Transformation von Vorleistungen zum Endkunden zu befördern.¹⁷¹ Die Betrachtung des Wertstroms führt zur Verlagerung des Fokus von Ergebnissen hin zu Prozessen.¹⁷² (vgl. Kapitel 2.2.2)
- Wertstrom-Analyse:** Mittels einer Wertstrom-Analyse wird die Ist-Situation des Wertstroms erfasst und durch standardisierte Symbole visualisiert.¹⁷³ (vgl. Kapitel 8.4.2)
- Wertstrom-Design:** Ausgehend von der vorhergehenden Wertstrom-Analyse wird der betrachtete Wertstrom bewertet und in Orientierung an den Lean Prinzipien optimiert, um Verschwendungen aus dem Prozess zu eliminieren. Ergebnis des Wertstrom-Designs ist die konzeptionelle und grafische Erstellung des Soll-Wertstroms.¹⁷⁴ (vgl. Kapitel 8.4.3)

¹⁶⁹ (Zollondz 2013)

¹⁷⁰ (Tommelein und Ballard 2016)

¹⁷¹ (Womack und Jones 2003), S. 28

¹⁷² (Gehbauer 2006)

¹⁷³ (Zollondz 2013)

¹⁷⁴ (Zollondz 2013)



GERMAN LEAN
CONSTRUCTION
INSTITUTE

Lean Construction – Begriffe und Methoden

1. Auflage Stand Oktober 2019

ISBN 978-3-00-061123-0

Herausgeber:

German Lean Construction Institute – GLCI e. V.

c/o KIT Institut für Technologie und Management im Baubetrieb

Gotthard-Franz-Str. 3 (Am Fasanengarten), Geb. 50.31

76131 Karlsruhe

info@glci.de