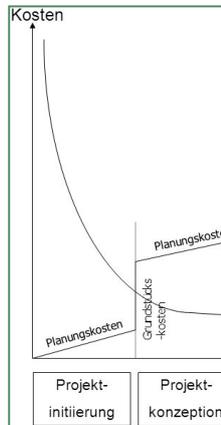
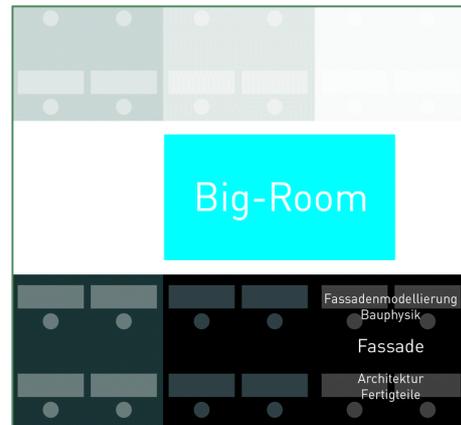
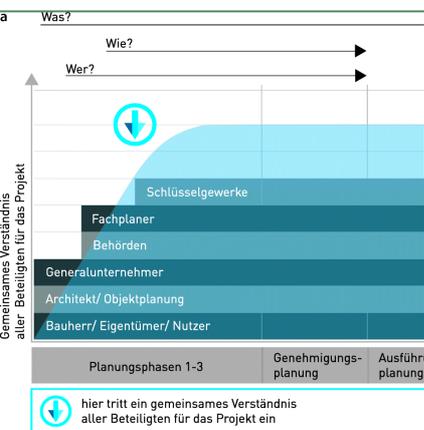


MASTERARBEIT



EINFÜHRUNG VON LEAN MANAGEMENT IN EINEM MODERNEN BAUPLANUNGSSYSTEM

Rockenbauer Kurt Philipp

Vorgelegt am
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft

Betreuer
Univ.-Prof. Mag.rer.soc.oec. DDipl.-Ing. Dr.techn. Gottfried Mauerhofer

Mitbetreuender Assistent
Bernhard Ortbauer M.Sc. (TUM) Bakk.rer.nat. B.Sc

Graz am 24. Mai 2019

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am
.....
(Unterschrift)

STATUTORY DECLARATION

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz,
date
(signature)

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Personen danken, die mir während meiner Diplomarbeit mit Rat und Tat zur Seite standen.

Für die Betreuung von universitärer Seite bedanke ich mich bei Herrn Univ.-Prof. Mag.rer.soc.oec. DDipl.-Ing. Dr.techn. Gottfried Mauerhofer und Herrn Bernhard Ortbauer M.Sc. (TUM) Bakk.rer.nat. B.Sc.

Besonderer Dank gebührt meiner Familie, die mich die gesamte Ausbildungszeit hindurch unterstützte.

Graz, am (Datum)

(Unterschrift des Studierenden)

Kurzfassung

LEAN Management wurde durch die Betrachtung des Produktionssystems des Automobilunternehmens Toyota entwickelt und innerhalb der letzten 30 Jahre schrittweise in der stationären Industrie etabliert. In den letzten Jahren wurde auch im Bauwesen mit der Einführung der fünf LEAN Prinzipien begonnen. Während für LEAN Management im Bereich der Bauausführung bereits praxiserprobte Anwendungsmodelle existieren, erfolgte kaum eine Anpassung dieses Managementsystems für die Bauplanung im deutschsprachigen Raum. Diese Masterarbeit widmet sich der Entwicklung und Darstellung eines solchen LEAN Design Systems. Als Ausgangspunkt für weitere Ansichten dient eine einleitende Betrachtung der dahinterliegenden Philosophie des LEAN Thinkings und eine Beschreibung mit welchen Ansätzen LEAN Management konkret im Bauwesen eingeführt werden kann. Hierbei sind vor allem das Last Planner System® und die Taktung, aufgeteilt in Taktplanung und Taktsteuerung, hervorzuheben.

Da LEAN Management stets auf der Grundlage eines bestehenden Prozesses anzuwenden ist, wird die aktuell übliche Planungsart beschrieben. Deshalb werden traditionell übliche Ansätze und fachliche, sowie organisatorische Leistungen der Bauplanung betrachtet. Die auf die Beschreibung folgende Analyse zeigt eine mangelnde Fokussierung auf organisatorische und kommunikative Strukturen der klassischen Bauplanung, sowie das Fehlen einer funktionierenden Projektsteuerung während des Planungsprozesses auf.

Um mögliche Vergleiche und Schlüsse auf das zu entwerfende Planungssystem zu ermöglichen, werden die Methoden und Werkzeuge von LEAN Construction praxisorientiert anhand eines Anwendungsmodells betrachtet. In diesem Anwendungsmodell werden die Prozessplanungsiterationen der Bauausführung aufbauend aufeinander beschrieben. Vertiefend dazu erfolgt, mit einer Aufgliederung der zunehmend detaillierteren Prozessplanung und der Förderung der projektinternen Kommunikation, eine Analyse der beiden Hauptprinzipien dieses Modells von LEAN Construction.

Aus den Besonderheiten der Bauplanung und den Leitlinien von LEAN Thinking werden anwendbare Methoden für das LEAN Design System definiert. Diese betrachteten Methoden von LEAN Design werden abschließend in ein konkretes, den Leistungsphasen der Bauplanung entsprechendes, Anwendungsmodell weiterentwickelt und dessen Systemgrenzen aufgezeigt. Neben dem Last Planner System® werden auch Prinzipien von Scrum, einem in der Softwareentwicklung üblichen Planungssystem, in die Bauplanung miteinbezogen.

Abstract

LEAN management was developed through the observation of the production system of the automobile company Toyota and within the last 30 years step-by-step in the stationary industry established. During the last years the introduction of the five principles of LEAN in civil engineering has started. While there are established application model of LEAN management in the area of the execution of construction works, an adjustment of this management system for the construction planning rarely occurred in the German speaking countries. This master's thesis is devoted to the development and presentation of such a LEAN design system. As starting point for further views serves a initiatory examination of LEAN thinking, the philosophy behind, and a precise description of approaches which can be introduced into the construction trade. At this juncture the Last Planner System® and pulsing, separated in the planning and the controlling of pulsing, are especially highlighted.

Because LEAN Management is always applied on an existing process, the planning system in use is described. The analysis following the description shows a lack of focus on organizational and communicative structures in the classical construction planning, as well as the missing of a working project control operating during the planning process.

To make possible comparisons and conclusion for the system to be designed, there follows a practical oriented observation of the methods and tool of LEAN construction in the form of an application model. In addition to this observation follows, with the breakdown of increasing detailed process planning and the promotion of internal communication of the project, an analysis of the two main principals of the model.

The applicable methods for the LEAN design system are defined out of the specifics of the construction planning and the guidelines of LEAN thinking. Concluding these observed methods of LEAN design are advanced into a specific application model, fitted for the planning phase in use, and its system borders are demonstrated. Besides the Last Planner System® principals of scrum, a planning system usually used in software development, are included into the construction planning.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
2	LEAN Thinking	11
2.1	Begriffserklärung	11
2.2	Effizienzbetrachtung	11
2.2.1	Ressourceneffizienz	11
2.2.2	Flusseffizienz	12
2.3	Ursprung und Geschichte des LEAN-Systems.....	13
2.3.1	Massenproduktion	13
2.3.2	Geschichte des Toyota-Produktionssystems	13
2.3.3	Entwicklung des TPS	16
2.3.4	Entwicklung von LEAN	17
2.4	LEAN-Prinzipien	17
2.4.1	Wert	18
2.4.2	Der Wertstrom.....	18
2.4.3	Flow (Fluss)	19
2.4.4	Pull.....	20
2.4.5	Perfektion.....	22
3	LEAN Management im Bauwesen	27
3.1	Geschichtliche Vorbilder des LEAN Construction.....	28
3.2	Modell von Koskela.....	29
3.3	Ansätze von LEAN Construction.....	29
3.3.1	Taktung.....	30
3.3.2	Last Planner System®.....	32
3.3.3	Zusammenfassung und Schlussfolgerung	40
4	Klassischer Planungsprozess	42
4.1	Die drei Zielgrößen des Bauprojektmanagements	42
4.2	Leistungsphasen der Planung.....	44
4.2.1	Grundlagenermittlung.....	45
4.2.2	Vorplanung.....	46
4.2.3	Entwurfsplanung	48
4.2.4	Bewilligungsplanung (Einreichung).....	50
4.2.5	Ausführungsplanung	52
4.2.6	Vorbereitung und Mitwirkung im Bereich Vergabe	54
4.2.7	Zusammenfassung des klassischen Planungsprozesses	57
4.3	Analyse des Planungsprozesses	57
4.3.1	Analyse der Architektur	58
4.3.2	Analyse der Tragwerksplanung	59
4.3.3	Analyse der Technischen Gebäudeausrüstung	60
4.3.4	Gesamtanalyse des traditionellen Planungsprozesses	63
5	Anwendungsmodell von LEAN Construction in der Bauausführung	66
5.1	Baustart.....	66
5.1.1	Verständnis als Projektteam.....	66
5.1.2	Verständnis für das Projekt	68
5.1.3	Verständnis für LEAN Construction	69
5.2	Schematische kooperative Phasen-Terminplanung	71
5.3	Zeitorientierte kooperative Phasen-Terminplanung	72

5.3.1	Meilenstein- und Phasenplan	72
5.3.2	Getakteter Meilenstein- und Phasenplan	74
5.4	Vorschauplanung.....	81
5.5	Produktionssteuerung und –evaluierung	83
5.6	Tägliche Projektsteuerung	85
5.7	Analyse des Anwendungsmodells	85
5.7.1	Zunehmend detailliertere Prozessplanung.....	87
5.7.2	Förderung der projektinternen Kommunikation.....	88
6	LEAN Design in der Anwendung	90
6.1	Besonderheiten des Planungsprozesses	90
6.2	Grundsätze von LEAN Design	92
6.2.1	Target Value Design.....	92
6.2.2	Frühzeitiges Einbinden von Spezialisten	92
6.2.3	Reduktion der Planungsiterationen.....	94
6.3	Methoden von LEAN Design.....	95
6.3.1	Scrum	95
6.3.2	Das Last Planner System® in der Bauplanung	96
6.3.3	Analyse der betrachteten Methoden von LEAN Design	97
6.4	Anwendungsmodell von LEAN Design.....	99
6.4.1	LEAN Design bei Projektstart	99
6.4.2	LEAN Design in der Grundlagenermittlung	101
6.4.3	LEAN Design in der Vorplanung.....	104
6.4.4	LEAN Design In der Entwurfsplanung	107
6.4.5	LEAN Design in der Bewilligungsplanung.....	109
6.4.6	LEAN Design in der Ausführungsplanung.....	111
6.4.7	LEAN Design in der Vergabe	113
7	Conclusio	115
8	Ausblick	117
	Literaturverzeichnis	119

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Beispielhafte Fertigung nach dem Push-Prinzip	15
Abbildung 2 Beispielhafte Fertigung nach dem Pull-Prinzip.....	15
Abbildung 3 Darstellung des TPS	16
Abbildung 4 PDCA-Zyklus	25
Abbildung 5 Wesentliche Strömungen des LEAN Construction.....	30
Abbildung 6 Mögliche Beispiele einer Haftnotiz in der Kooperativen Phasen- Terminplanung	35
Abbildung 7 Promise Conversation Cycle.....	37
Abbildung 8 Spezifischer PDCA Zyklus von First Run Studies	40
Abbildung 9 "Magisches Dreieck" des Bauprojektmanagements.....	43
Abbildung 10 Leistungsphasen der Planung.....	44
Abbildung 11 Fachspezifischer Planungsprozess der Architektur	58
Abbildung 12 Organisations- und Koordinierungsaufgaben der Architektur.....	59
Abbildung 13 Fachspezifischer Planungsprozess der Tragwerksplanung	60
Abbildung 14 Fachspezifischer Planungsprozess der Technischen Gebäudeausrüstung.....	61
Abbildung 15 Organisations- und Koordinierungsaufgaben der Technischen Gebäudeausrüstung.....	62
Abbildung 16 Beauftragungsansatz der traditionellen Planung.....	63
Abbildung 17 Big Room	70
Abbildung 18 Visualisierte Gesamtprozessanalyse	71
Abbildung 19 Beispielhafter Meilenstein- und Phasenplan	73
Abbildung 20 Ausschnitt einer Gewerkesequenz.....	75
Abbildung 21 Beispielhafter Gewerkezug	77
Abbildung 22 Ausschnitt des Gesamttaktplans	79
Abbildung 23 Ausschnitt eines GMPP	80
Abbildung 24 Visualisierte Vorschauplanung.....	82
Abbildung 25 Beispielhafte Darstellung des MS KPI.....	84
Abbildung 26 Beispielhafte Burn-Down unterteilt in Arbeitspakete	85
Abbildung 27 Prozess des LEAN Construction Anwendungsmodells.....	86
Abbildung 28 Kosten und Kostenbeeinflussbarkeit im Lebenszyklus eines Bauwerks.....	91
Abbildung 29 Reihenfolge der Projektbeteiligung der Gewerke in der klassischen Projektentwicklung	93
Abbildung 30 Reihenfolge der Projektbeteiligung der Gewerke in einer LEAN Design Projektentwicklung	94
Abbildung 31 Beispiel eines erweiterten "Big Room" Konzepts	101
Abbildung 32 Organisatorische Prozessschritte in der Grundlagenermittlung des Anwendungsmodells von LEAN Design	103
Abbildung 33 Organisatorische Prozessschritte in der Vorplanung des Anwendungsmodells von LEAN Design	106

Abbildung 34 Organisatorische Prozessschritte in der Entwurfsplanung des
Anwendungsmodells von LEAN Design 109

Abbildung 35 Organisatorische Prozessschritte in der Bewilligungsplanung des
Anwendungsmodells von LEAN Design 111

Abbildung 36 Organisatorische Prozessschritte in der Ausführungsplanung des
Anwendungsmodells von LEAN Design 113

Abkürzungsverzeichnis

AEZ	Anteil eingehaltener Zusagen
BIM	Building Information Modelling
bzw.	beziehungsweise
d.h.	das heißt
etc.	et cetera
GMPP	Getakteter Meilenstein- und Phasenplan
GPA	Gesamtprozessanalyse
LPH	Leistungsphase
LPS	Last Planner System®
JIT	Just-in-Time
KPI	Key Performance Indicators
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
MPP	Meilenstein- und Phasenplan
PEP	Produktionsevaluierung und -planung
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
TMR	Tasks Made Ready
TPA	Teilprojektanalyse
TPS	Toyota-Produktionssystem
TVD	Target Value Design

1 Einleitung

Die Baubranche gilt gegenüber der stationären Industrie seit Jahren als innovationsarm. Dies wird durch auf Sekunden abgestimmte Prozesse, wie sie in der Automobilproduktion üblich sind, einerseits und durch zahlreiche Bauprojekte die ihre Kosten- und Terminziele deutlich überschreiten verdeutlicht. Als Erklärung dafür wird oft die Einmaligkeit eines jeden Bauprojektes genannt im Vergleich zu riesigen Stückzahlen der stationären Industrie.

Einen Innovationsansatz zur effizienteren Produktion bietet das, aus der Automobilbranche stammende, System des LEAN Management. Es folgt mit LEAN Thinking einer Philosophie, die sich als oberstes Ziel die Kundenorientiertheit gesetzt hat. Mittlerweile ist dieses auf fünf Prinzipien beruhende System in vielen Branchen bereits Standard geworden. Auch im Bauwesen wurde ein spezifischer Fachbereich des LEAN Managements geschaffen, der mit zahlreichen verschiedenen Methoden und Werkzeugen die LEAN Prinzipien mit den Besonderheiten des Bauens verbinden will. Mittlerweile hat sich LEAN Management zu einem der großen Innovationsthemen der Baubranche im deutschsprachigen Bereich entwickelt.

Mit LEAN Management und seine meist verbreiteten Methoden wird bewusst der Fokus auf ein kollaboratives Zusammenarbeiten in der Bauausführung gelegt. Der Prozess der Bauplanung wird in diesen Methoden oft vernachlässigt oder komplett ausgelassen, obwohl die Leistungsphasen zwischen der Projektidee und der Beendigung der Ausführungsplanung von essenzieller Bedeutung für den Erfolg eines Bauprojekts ist. LEAN Design beschreibt das Fachgebiet, das die Prinzipien des LEAN Management in die Bauplanung miteinbringen soll.

In dieser Masterarbeit sollen mögliche Methoden und ein mögliches Anwendungsmodell von LEAN Design, auf Basis von LEAN Thinking und ergänzend zu einem sich bereits in Anwendung befindlichen System des LEAN Construction, erarbeitet werden. LEAN Construction beschreibt die Anwendung von LEAN Management in der Bauausführung. Um eine vertiefende Betrachtung des LEAN Designs zu ermöglichen, wird auf das partnerschaftliche Vertragswesen und weitere rechtliche Grundsätze, die für die Einführung von LEAN Management im Bauwesen notwendig sind, nicht detailliert eingegangen. Um ein solches System entwerfen zu können wird anfangs eine Betrachtung der Grundsätze, Prinzipien und Geschichte von LEAN Thinking vorgenommen. Aufbauend darauf wird LEAN Construction und dessen übliche Methoden (Last Planner System® und Taktung) allgemein erklärt. Um einen Ausgangspunkt für die Entwicklung des Anwendungsmodells von LEAN Design zu beschreiben, folgt eine Analyse des Leistungsmodells 2014 für drei Fachplanungsgewerke. Daraufhin wird ein konkretes, praxiserprobtes Anwendungsmodell von LEAN Construction aufgegriffen und analysiert. Als Abschluss und

Zusammenführung aller davorstehenden Kapitel dient die Beschreibung des LEAN Design Anwendungsmodells. Darin wird anhand konkreter Maßnahmen gezeigt wie die Prozessorganisation eines modernen Bauplanungssystems in Kooperation aller Planungsgewerke und des Bauherren mit parallel laufender Unterstützung eines Building Information Modelling Systems ablaufen kann.

Abschließend werden die Erkenntnisse der Masterarbeit in einer Conclusio zusammengefasst.

2 LEAN Thinking

Das Wort „lean“ aus dem Englischen übersetzt heißt so viel wie schlank. Jedoch ist diese Übersetzung etwas zu kurz gegriffen, da der Begriff LEAN ein wesentlich größeres Feld umfasst, als die bloße Verschlan-
kung von Vorgängen und Prozessen. Im folgenden Kapitel werden grundlegende Voraussetzungen zum Verständnis und Definitionen des LEAN-Thinking erörtert.

2.1 Begriffserklärung

Die Grundlage des LEAN Ansatzes ist das sogenannte LEAN-Thinking. Ziel davon ist die Verbesserung des Flusses der Gesamtheit der einzelnen Arbeitsschritte um so einen optimalen Ablauf aller Vorgänge innerhalb einer Organisation zu erreichen. Ebenso müssen alle Vorgänge so ausgerichtet werden, dass ein maximaler Nutzen für den Kunden erreicht wird.

Als Konsequenz dieses Ansatzes fokussiert sich das LEAN-Thinking darauf eine ganzheitliche Optimierung der Vorgänge zu erreichen, anstatt optimierte Einzelvorgänge aneinander zu reihen. Daraus resultiert eine Denkweise, die nicht Ressourceneffizienz (siehe 2.2.1) priorisiert, sondern Prozessoptimierung und Flusseffizienz (siehe 2.2.2) fördert. Das konsequente Anwenden dieses Gedankens führt zu einer Verbesserung des Produktionssystems einer Organisation hinsichtlich eines konstanten Flusses und daraus folgend einer gleichmäßigen Auslastung aller Mitarbeiter und Ressourcen, die zur Produktion benötigt werden. Eine Überbelastung und damit „Staubildung“ von Arbeit in einer Teilorganisation wird damit sowohl vermieden, wie auch die Verschwendung von Ressourcen durch zu wenig anfallende Produktionsaufträge.¹

2.2 Effizienzbetrachtung

Im LEAN-Thinking wird neben der etablierten Ressourceneffizienz mit der Flusseffizienz ein weiterer Begriff zur optimalen Abwicklung von Prozessen definiert.

2.2.1 Ressourceneffizienz

Mit dem Begriff Effizienz ist traditionell ausschließlich Ressourceneffizienz gemeint. Alle wesentlichen Produktionssteigerungen seit der indust-

¹ FIEDLER; MARTIN: Lean Construction. S. 13f.

riellen Revolution wurden durch eine Steigerung der Ressourceneffizienz herbeigeführt.² Hierzu wird das Prinzip angewandt, Arbeitsaufgaben in kleinere Teilaufgaben aufzuspalten, welche dann von verschiedenen Personen oder Geräten in einer Organisation durchgeführt werden.

Dieses Grundprinzip wird mit dem Effekt der Skalierung kombiniert. Dieser Effekt besagt, dass durch die wiederholte Durchführung derselben Teilaufgabe durch dieselbe Person oder Organisation inklusive technischer Hilfsmittel, die Produktionskosten pro Stück auf einen Bruchteil der Produktionskosten bei einer Einzelfertigung eines Stücks gesenkt werden können. Dieses Prinzip ist auch unter dem Begriff „economy of scale“ definiert.“

Die zentrale Betrachtung liegt hierbei auf den benötigten Ressourcen wie Personal, Flächen, Ausrüstung, Werkzeuge und Informationssysteme und deren möglichst sparsamen Einsatz zur Produktion eines Guts oder der Lieferung einer Dienstleistung. Dieser ursprünglich aus der Produktionsindustrie stammende Gedanke des möglichst effizienten Umgangs mit Ressourcen, dominiert bis in die Gegenwart den primären, sekundären und tertiären Wirtschaftssektor.³

2.2.2 Flusseffizienz

Die Flusseinheit ist der zentrale Wert der Flusseffizienz und, im Gegensatz zur Ressourceneffizienz, nicht die optimale Auslastung der gegebenen Ressourcen im Fokus. Ziel der Flusseffizienz ist die Minimierung der Bearbeitungszeit einer Flusseinheit. Eine Flussarbeit kann dabei sowohl Material wie in der klassischen Produktionsindustrie, aber auch Information wie in der Planung eines Bauwerks und Menschen wie in Bildungseinrichtungen darstellen. Durch die Fokussierung auf die Flusseinheit muss die Prozessbetrachtung dementsprechend auch aus dieser Perspektive erfolgen und nicht aus der des Betriebs und dessen Funktionen.

Zu beachten ist, dass der Gedanke der Flusseffizienz nicht neu ist, sondern bereits im 16. Jahrhundert im venezianischen Arsenal angewandt wurde. In dieser Schiffswerft konnte ein voll funktionstüchtiges Handels- oder Militärschiff innerhalb eines Tages gebaut werden. In anderen europäischen Werften dauerte der Bau eines vergleichbaren Schiffs mehrere Monate.⁴

² MODIG, N.; AHLSTRÖM, P.: Das ist Lean. S. 26

³ MODIG, N.; AHLSTRÖM, P.: Das ist Lean. S. 26f.

⁴ MODIG, N.; AHLSTRÖM, P.: Das ist Lean. S. 30f.

2.3 Ursprung und Geschichte des LEAN-Systems

Der Gedanke des LEAN-Systems ist eine Modifizierung, aber gleichzeitig auch eine Gegenbewegung zur klassischen Massenproduktion der zweiten industriellen Revolution. In dieser wurde die Fließbandproduktion eingeführt, dadurch entstand der Zwang den Prozess der Herstellung eines Produkts in kurze, schnell wiederholbare und effiziente Arbeitsschritte zu unterteilen.

2.3.1 Massenproduktion

Diese Art der Produktion wurde von dem Industriellen Henry Ford ab dem Jahr 1913 in der Automobilproduktion eingeführt. Dabei errichtete er Fabriken, die kontinuierlich von den Rohmaterialien bis zum Endprodukt Autos herstellten. Dabei wurden auch präzise Durchlaufzeiten mitaufgenommen. Allerdings wiesen die hergestellten Produkte eine sehr geringe Varianz auf, da immer ein sehr ähnliches nicht auf den Kunden abgestimmtes Produkt hergestellt wurde.⁵

In diesem Zusammenhang tätigte Henry Ford auch das Zitat: „Jeder Kunde kann sein Auto in einer beliebigen Farbe lackiert bekommen, solange die Farbe, die er will schwarz ist.“⁶ Durch das hohe Produktionsvolumen und die Standardisierung aller Produktionsteile und Arbeitsschritte konnte Ford die Preisführerschaft auf dem Automobilmarkt erringen. Allerdings folgte durch die kleinteilige Produktionsstruktur, dass Teilbereiche ihre Arbeitsschritte ohne Abstimmung mit dem Gesamtprozess suboptimierten. Das führte zu höheren Steuerungsaufwand, Lagerbeständen und Durchlaufzeiten als nötig.⁷

2.3.2 Geschichte des Toyota-Produktionssystems

Das Toyota-Produktionssystem revolutionierte die Automobilproduktion in ähnlichen Maßstäben wie die Massenproduktion von Henry Ford. Allerdings wurde das TPS innerhalb von zwei Generationen der Familie Toyoda nach und nach eingeführt und stetig überarbeitet. Dabei setzte sich die Überlegung durch, dass nicht allein die Konzentration auf die Effizienz der zu Verfügung stehenden Ressourcen zu wirtschaftlichen Erfolg führt, sondern auch der Produktionsprozess als ganzes miteinbezogen werden muss. Deshalb konnte das Unternehmen in Japan, das nach dem Zweiten Weltkrieg unter einer schweren wirtschaftlichen Krise

⁵ BERTAGNOLLI; FRANK: Lean Management. S. 200

⁶ <https://www.henry-ford.net/deutsch/zitate.html>. Datum des Zugriffs: 17.09.2018

⁷ BERTAGNOLLI; FRANK: Lean Management. S. 201

litt, sich durchsetzen und zum größten Automobilproduzenten der Welt aufsteigen.⁸

2.3.2.1 Jidoka

Der Vater des Gründers der Toyota Motor Corporation Sakichi Toyoda gründete selbst 1918 die Toyoda Spinning and Weaving Company. Dabei entwickelte er einen revolutionären Webstuhl der bei Fadenriss selbstständig anhält. Dies wurde zu einen der zwei Grundsäulen des Toyota-Produktionssystems weiterentwickelt, dem „Jidoka“.

Jidoka heißt im Japanischen so viel wie „Autonomisierung“ oder „Automation mit einer menschlichen Note“. Durch dieses System sollen sämtliche Fehler und Mängel in der Produktion vermieden werden. Dieses Ziel soll durch die persönliche Qualitätskontrolle jedes Mitarbeiters in der Fertigungslinie erreicht werden, bevor das jeweilige halbfertige Produkt an die nächste Produktionsstation übergeben wird. Falls Fehler oder Mängel entdeckt werden, wird nach der Ursache und Lösung zur Behebung gesucht, auch wenn deshalb ein Produktionsstopp notwendig ist. Weitere Aspekte des Jidoka sind standardisierte Arbeitsaufgaben, Vorrichtungen die es Mitarbeitern schwer oder unmöglich machen typische Fehler zu begehen, wie genaue Kennzeichnungen von in vielen Bereichen verwendeten Produktionsteilen. Bei auftretenden Problemen verfolgt Jidoka außerdem die Philosophie immer direkt zur Problemquelle selbst zu gehen und Information von zwischengestellten Stellen zu vermeiden.⁹

2.3.2.2 Just-in-Time

Kiichiro Toyoda, der Gründer des Automobilkonzerns Toyota, übernahm das Jidoka seines Vaters und erweiterte es um das „Just-in-Time“-System, der zweiten Säule des Toyota-Produktionssystems.

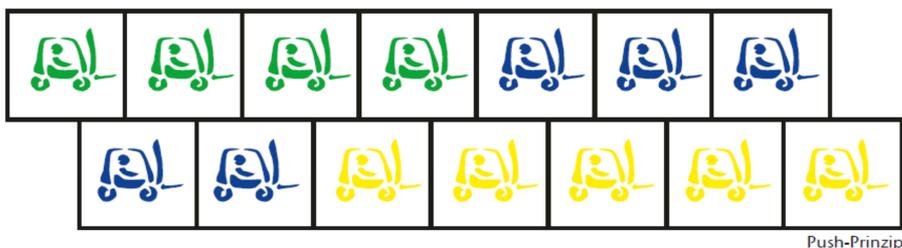
„Just-in-Time“-Produktion hat als Ziel die einzelnen Produktionsabläufe so fein aufeinander abzustimmen, dass immer nur die Menge an Teilen an den Verarbeitungsstandorten vorhanden ist, die tatsächlich benötigt wird und das zur exakt erforderlichen Zeit. Durch dieses System werden große Lagerflächen obsolet, erfordert jedoch hohen Planungsaufwand und Flexibilität. Aus diesem Grund wurde das Pull-Prinzip entwickelt, das ausschließlich auf Kundenwunsch und nicht auf Lagerhaltung wie damalige amerikanische Automobilindustrie produzierte. In Abbildung 2 ist zu

⁸ FIEDLER; MARTIN: Lean Construction. S. 39

⁹ TOYOTA MOTOR CORPORATION: Das Toyota Produktionssystem. http://www.pdf.toyota-forklifts-info.de/Broschuere_TPS.pdf. Datum des Zugriffs: 24.09.2018

sehen, dass die Produktion stark variiert, da ausschließlich auf Kundenwunsch produziert wird.

Die Basis des „Just-in-Time“-Prozesses bildet das Prinzip des Heijunka. Arbeitsaufkommen tritt im Allgemeinen unregelmäßig auf, besonders in Systemen die auf Wünsche unterschiedlicher Kunden eingehen und nicht das gleiche Produkt in großen Mengen produzieren. Durch Heijunka soll die Produktion flexibel werden um das Produkt zu fertigen nach dem auch tatsächlich Nachfrage besteht. Durch dieses nachfrageorientierte Pull-Prinzip sollen, im Vergleich zum Push-Prinzip der klassischen Massenproduktion, sowohl Überlastung, anstrengende Arbeiten und Verschwendung in jeglicher Hinsicht verringert bzw. beseitigt werden. Wie in Abbildung 1 zu sehen ist, werden hintereinander verschiedene Produktarten in Losen hergestellt, dies erfolgt nicht auf Kundenwunsch, sondern auf Lagerhaltung.



Push-Prinzip

Abbildung 1 Beispielhafte Fertigung nach dem Push-Prinzip¹⁰

TPS Pull-Prinzip

Abbildung 2 Beispielhafte Fertigung nach dem Pull-Prinzip¹¹

Der Begriff Verschwendung wird in TPS sehr weit gefasst, dazu zählen alle Vorgänge die dem Produkt keinerlei Wert hinzufügen. Hierzu zählt dementsprechend nicht nur Materialverschwendung, sondern auch Überproduktion, zu große Lagerbestände, Wartezeiten, Nacharbeiten aufgrund von Fehlern.

Der Kernbegriff des TPS ist die Taktzeit. Das ist jene Zeit an Arbeit die benötigt wird um den Wunsch des Kunden zu erfüllen. Es gilt die Taktzeit mit Heijunka zu synchronisieren um sowohl die notwendigen Ressourcen den jeweiligen Produktionsstätten zuzuteilen, damit immer die richtige Anzahl an Mitarbeitern, Material, etc. am richtigen Einsatzort zu Verfügung steht. Hilfsmittel hierzu ist die Kanban-Karte. Da an den Produkti-

¹⁰ TOYOTA MOTOR CORPORATION: Das Toyota Produktionssystem. http://www.pdf.toyota-forklifts-info.de/Broschuere_TPS.pdf. Datum des Zugriffs: 24.09.2018

¹¹ TOYOTA MOTOR CORPORATION: Das Toyota Produktionssystem. http://www.pdf.toyota-forklifts-info.de/Broschuere_TPS.pdf. Datum des Zugriffs: 24.09.2018

onsstätten nur ein Mindestvorrat Material vorgehalten wird. Droht das Material auszugehen, sorgt eine Kanban-Karte mit Anweisungen für Bediener dafür, dass das notwendige Material nachbestellt und „Just-In-Time“ geliefert wird.¹²

2.3.3 Entwicklung des TPS

Nach dem Rückzug von Kiichiro Toyota 1947 übernahm sein Cousin Eiji Toyota das Unternehmen. Er verfolgte das Ziel zu den amerikanischen Automobilkonzernen, die über um den Faktor Acht bessere Produktivität verfügten, aufzuschließen. Aus diesem Grund wurde Taiichi Ohno, der Erfinder des Toyota-Produktionssystems (siehe Abbildung 3), engagiert um für eine Steigerung der Effizienz in der Produktion zu sorgen. Ohnos kombinierte dafür die Prinzipien Jidoka und „Just-in-Time“ konsequent, indem er direkt mit den Mitarbeitern in der Produktion zusammenarbeitete. Durch die Einführung und kontinuierliche Verbesserung des TPS konnte Toyota ab 1950 eine zunehmend höhere Produktionsleistung bei niedrigen Kosten und hoher Variantenvielfalt feststellen. Das System wurde später auf die Lieferanten von Toyota angewandt und zusammen stetig weiterentwickelt. Dadurch konnte Toyota zum zeitweise größten Automobilhersteller der Welt aufsteigen.¹³

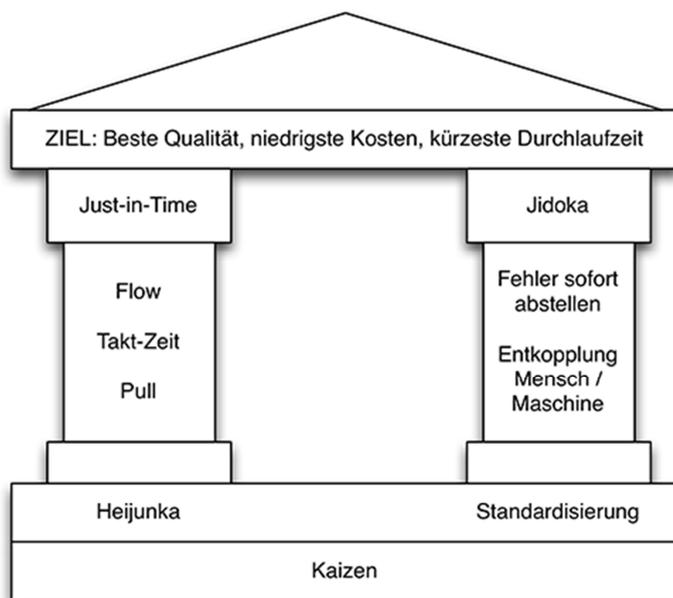


Abbildung 3 Darstellung des TPS¹⁴

¹² TOYOTA MOTOR CORPORATION: Das Toyota Produktionssystem. http://www.pdf.toyota-forklifts-info.de/Broschuere_TPS.pdf. Datum des Zugriffs: 24.09.2018

¹³ BERTAGNOLLI; FRANK: Lean Management. S. 201f.

¹⁴ <https://transformation-it.de/wp-content/uploads/2017/07/toyota-haus.png>. Datum des Zugriffs: 09.03.2019

2.3.4 Entwicklung von LEAN

Trotz des großen Erfolges des TPS und einer Publikation von Taiichi Ohno über seine Entwicklung aus dem Jahr 1978 fand dieses Produktionssystem außerhalb von Japan lange kaum Anwendung. Erst mit der Veröffentlichung der englischen Übersetzung begann sich der Gedanke im Westen zu verbreiten. Erst Ende der 1980er wurde die Effizienz des japanischen Systems durch westliche Experten entdeckt. Daraus entstand der Begriff „lean production“ oder schlanke Produktion.

In den folgenden Jahren, wurden die Besonderheiten des TPS intensiv analysiert. Es wurden vier Kernprinzipien aufgelistet, wie Toyota so weit höhere Produktions- und Qualitätsstandards erreichen konnte als ihre Konkurrenz:¹⁵

- „Teamarbeit
- Das effiziente Nutzen von Ressourcen und das Eliminieren von Verschwendung
- Kommunikation
- Kontinuierliche Verbesserung“¹⁶

Diese wurde in die fünf Prinzipien von LEAN Management weiterentwickelt:

1. „Wert
2. Der Wertstrom
3. Flow
4. Pull
5. Perfektion“¹⁷

Anzumerken ist, dass das TPS und „LEAN production“ nicht substituierbare Begriffe sind, sondern das TPS ein spezielles Produktionssystem ist, aus dem sich der allgemeinere Begriff von „LEAN production“ entwickelt hat.

2.4 LEAN-Prinzipien

Wie bereits in Kapitel 2.3.4 erwähnt, beruht LEAN auf fünf Schritten oder Prinzipien. Diese Prinzipien wurden nicht von Toyota definiert, sondern

¹⁵ MODIG, N.; AHLSTRÖM, P.: Das ist Lean. S. 88 f.

¹⁶ MODIG, N.; AHLSTRÖM, P.: Das ist Lean. S. 90

¹⁷ WOMACK, J. P.; JONES, D. T.: Lean thinking Ballast abwerfen, Unternehmensgewinne steigern. S. 5

sind die wissenschaftlich erfassten Grundlagen auf denen das TPS beruht.

2.4.1 Wert

Das erste Prinzip im LEAN Thinking ist Wert. Dabei wird nicht von einer abstrakten Definition ausgegangen, sondern der Kunde gilt als Maß für den Wert eines Produktes. Insofern wird der Kunde ins Zentrum des gesamten Produktionsprozesses gestellt. Jegliche Änderung des Produkts muss entweder dem Kunden Mehrwert bringen oder aus Unternehmenssicht niedrigere Kosten bei gleicher Ausführungsqualität und gleichem Termin aufweisen. Ist keiner dieser Voraussetzungen erfüllt, ist eine Änderung inakzeptabel.

Obwohl der Kunde den Produktionsprozess und dessen Vorgänge nicht als solchen wahrnimmt, ist dessen Ergebnis, das Produkt, für den Kunden erkennbar. Aus dieser Sicht kann gemessen werden, ob ein Vorgang im Prozess wertschöpfend oder nicht-wertschöpfend ist, d.h. ob ein Vorgang einen Mehrwert für den Kunden darstellt oder nicht. Nicht-wertschöpfende Vorgängen erhöhen nicht den Mehrwert des Produktes, jedoch sind sie in der Kalkulation des Preises zu berücksichtigen.¹⁸

Der Begriff „Kunde“ ist hier nicht ausschließlich mit dem Nutzer gleichzusetzen. Hierbei kann es sich zum Beispiel ebenso um einen späteren Prozessbeteiligten handeln, der das Produkt weiterverarbeitet, eine unternehmensinterne Organisation, die eine Dienstleistung erhält, etc. In der Regel gibt es auch mehr als einen Kunden und daher ist ein Auftreten von Interessenskonflikten zwischen verschiedenen Kunden desselben Produkts möglich. Idealerweise sollte daher die Entscheidungskompetenz in einer Person gebündelt werden, die Rücksprache mit allen Stakeholdern hält.

2.4.2 Der Wertstrom

Der Wertstrom umfasst alle Aktivitäten, sowohl wertschöpfende als auch nicht-wertschöpfende, die benötigt werden um ein Produkt herzustellen. Er beginnt mit dem Ankommen der Vorleistung, wie zum Beispiel der Anlieferung von Rohmaterial oder dem Erteilen eines Auftrages und endet mit der Übergabe des Produkts an den Kunden.

Ziel der Festlegung des Wertstroms ist ein gemeinsames Verständnis des Prozesses über Organisationsgrenzen hinweg von allen Prozessbeteiligten. Durch ein gemeinsames Verständnis erfolgen nicht mehr nur

¹⁸ FIEDLER; MARTIN: Lean Construction. S. 19f.

Verbesserungen in Teilorganisationen, sondern kann der Prozess als Ganzes systematisch erfasst werden. Die Erarbeitung eines einheitlichen Wertstroms soll das Denken in Bereichen und Teilorganisationen verringern und die Anforderungen die sowohl der nächste Prozessbeteiligte wie auch der Endkunde an das Produkt hat, verstanden werden. Dieser Schritt ermöglicht eine ganzheitliche und übergreifende Optimierung des Prozesses, ist also Basis der Gesamtoptimierung.

Die Wertstromanalyse ist dementsprechend ein notwendiger Schritt zu Beginn einer Optimierung. Besonders, da durch die ganzheitliche Betrachtung Verschwendungen und deren mögliche Quellen und Ursachen erkannt werden kann.¹⁹

2.4.3 Flow (Fluss)

Das Prinzip des Flusses gilt als Gegenentwurf zur klassischen Fertigung, dem sogenannten Push-Prinzip. Dabei wird eine festgelegte Menge, die nicht mit dem Kunden abgestimmt wurde, produziert. Die Produktion wird in diesem System zentral geplant und gesteuert und auf Basis von Fertigungsaufträgen vom vorherigen Prozessschritt zu dem nächsten weitertransportiert. Dieser Weitertransport erfolgt unabhängig davon, ob der darauffolgende Prozessschritt das halbfertige Produkt unmittelbar benötigt. Die Folge ist ein Produktionsprozess mit großen Zwischenlagern, hohen Beständen fertiger Produkte und langen Durchlaufzeiten.

Die Herstellung erfolgt in Losgrößenproduktion. Eine Losgröße entspricht dabei mehreren halbfertigen Produkten, die alle bis zu einem Produktionsschritt hergestellt werden und erst dann erfolgt die Weitergabe zum nächsten Produktionsbereich. Die Produktion wird dadurch weniger übersichtlich, da sich ein Großteil des angelieferten Materials ungenutzt am Prozessstandort befindet, da es entweder bereits weiterverarbeitet wurde oder noch weiterverarbeitet werden muss. Da die Produktion nicht auf Kundenwunsch, sondern auf Basis einer Vorschau erfolgt, ist es daher auch nicht sicher, ob das Produkt Umsatz generiert. Da es allerdings kaum möglich ist den tatsächlichen Bedarf zu erfassen, erfolgt ein Verkauf des fertigen Produktes ab Lager. Werden Produkte nicht verkauft, kommen zu den Produktionskosten zusätzlich noch Lagerhaltungskosten hinzu.

In der Losgrößenproduktion erfolgt üblicherweise auch die Qualitätskontrolle zentral. Das hat nicht nur zur Folge, dass Produktionsfehler später bemerkt werden, sondern auch dass diese oftmals losweise auftreten und somit bei zahlreichen Produktion Nacharbeiten erfolgen müssen.²⁰

¹⁹ BERTAGNOLLI; FRANK: Lean Management. S. 103f.

²⁰ BERTAGNOLLI; FRANK: Lean Management. S. 60f

Im Gegensatz zu dieser klassischen Form der Produktion steht der Ansatz des Flusses im LEAN-Management. Dieses Prinzip geht von der Losgröße eins aus und bildet eine Grundlage der Hauptsäule Just-in-Time des TPS. D.h., dass nach jedem fertigen Prozessschritt das Produkt sofort an den nächsten Produktionsstandort weitergegeben wird und maximal ein Stück zur weiteren Produktion bereitliegt. Dadurch werden große Puffer- oder Materiallager zwischen den Produktionsstandorten obsolet. Die Schwachstelle des Einzelstückflusses ist jedoch, dass durch den Ausfall eines einzelnen Produktionsstandorts der Prozess zum Stillstand gebracht wird. Bei ungestörter Produktion sind im Prinzip Fluss durch die Verkleinerung der Lose, hohe Flexibilität, schnelles Reagieren bei Fehlern, weniger Platzverbrauch und effizientere Fertigung durch flexibles Einsetzen von Ressourcen die Durchlaufzeiten deutlich minimierbar. Um dieses System umsetzen zu können sind allerdings flexible Mitarbeiter und auf Taktproduktion ausgerichtete Fertigungsstrukturen notwendig.²¹

2.4.4 Pull

Bereits durch das Einführen des Prinzips Fluss wie im letzten Kapitel erklärt (siehe 2.4.3) kann die klassische Push-Produktion nicht mehr angewandt werden. Konsequenterweise muss diese Art der Produktion durch ein System ersetzt werden in dem der Endkunde bzw. der nächste Prozessbeteiligte genau anfordert, was gewünscht bzw. benötigt wird. Das System ist so definiert, dass der jeweilige Kunde durch seine Wünsche und Anforderung, das Produkt „zu sich zieht“. Daher ist vom Pull-Prinzip die Rede. In diesem Kapitel wird aus Veranschaulichung von produzierender Industrie ausgegangen, die Pull-Produktion kann aber auch für Dienstleistungen und andere Bereiche eingesetzt werden.

Die Pull-Produktion ist neben dem Fluss-Prinzip die zweite Basis für die Just-in-Time Produktion (siehe 2.3.2.2) Diese Art der Produktion stellt den Kundenwunsch an höchster Stelle. Naturgemäß unterscheiden sich Kundenwünsche oftmals stark voneinander, dadurch ist eine erhöhte Varianz in der Produktion notwendig. Erhöhte Varianz hat üblicherweise eine Steigerung der Lagerbestände zur Folge, besonders bei selten von Kunden bestellten Produkten. Dementsprechend korreliert erhöhte Varianz auch mit Verschwendung, durch vermehrte Fehler und größeren Lagerbeständen. Dieses scheinbare Paradoxon wird durch dadurch gelöst, dass nur tatsächlich vom Kunden angeforderte Produkte auch geliefert werden. Dadurch sollen die Produkte nur zum benötigten Zeitpunkt,

²¹ DICKMANN, P.: Schlanker Materialfluss mit Lean Production, Kanban und Innovationen. S. 18

in der benötigten Menge und am benötigten Ort bereitgestellt werden und keine unnötigen Lagerhaltungen aufkommen.

Die Just-in-Time Produktion definiert sich über Grundvoraussetzungen, die sogenannten „5R“ (bzw. 6R):

- Das richtige Produkt
- Der richtige Zeitpunkt
- Die richtige Menge
- Die richtige Qualität
- Der richtige Ort
- (bzw. Der richtige Preis)

Damit widerspricht der Just-in-Time-Ansatz der klassischen Überlegung der Ressourceneffizienz (siehe 2.2.1), die davon ausgeht, dass ein Produktionssystem dann am produktivsten ist, wenn es maximal ausgelastet ist, um Stückkosten möglichst zu senken. Die Philosophie von JIT besagt, dass dieses System zu Überproduktion und dementsprechend zu Verschwendung führt, da ein Teil der Produkte keinen Umsatz generiert. Das Grundprinzip der JIT- und auch Pull-Produktion ist die Verbrauchssteuerung, sodass die Lieferung von Material erst dann erfolgt, wenn das Materiallager zu einem gewissen Prozentsatz verwendet wurde.²²

2.4.4.1 Kanban

Wie die LEAN-Prinzipien hat auch Kanban seine Ursprünge im TPS. Es setzt sich zusammen aus den japanischen Wörtern für Karte und Signal und bildet einen integralen Bestandteil des LEAN Managements. Die Grundlage von Kanban und damit der gesamten Pull-Produktion werden durch Regeln beschrieben:

- Die Lieferung und der Transport erfolgen ausschließlich zusammen mit einem Kanban-Signal (=ein Signal als Prozessschrittauslöser).
- Die Auslösung des Kanbans geschieht durch den Verbraucher.
- Die Weiterführung von fehlerhaften Produkten ist strengstens untersagt. D.h. in den Zwischenlagern dürfen nur richtig produzierte Güter liegen.
- Die Anzahl der Kanban-Signale ist fixiert und wird zentral kontrolliert.

²² BERTAGNOLLI; FRANK: Lean Management. S. 84

Kanban sowie die Pull-Produktion ist nicht als Methode vorgesehen um den Produktionsprozess kurzfristig zu perfektionieren, sondern soll die Schwächen des bestehenden Prozesses aufdecken und so durch einen KVP das System effizienter gestalten.²³

Das Ideal des Kanban-Systems und der Pull-Produktion sind absolut synchrone Prozessschritte und damit das vollständige Auflösen von Zwischenbeständen an denen nicht gearbeitet wird. Dabei gilt es zu beachten, dass diese Art der Produktion kaum erreichbar ist, da Prozessschritte fast nie so zu unterteilen sind, dass alle exakt gleichlang dauern. Außerdem ist dieses System äußerst fehleranfällig, sodass jeglicher Halt in der Produktion die synchrone Produktion komplett zum Stillstand bringen würde.

2.4.5 Perfektion

Im LEAN-Management ist der Begriff Perfektion mit fehlerfreier Produktion verbunden. Dies wiederum bedeutet keinen einzelnen Fehler zu produzieren und weiterzugeben. Perfektion soll nicht durch Kontrolle und Nachbesserung erreicht werden, sondern durch das vollständig fehlerfreie Produzieren. Maßgebend verbunden ist Perfektion mit dem bereits erläuterten Jidoka-Prinzip (siehe 2.3.2.1.).

Das Prinzip Perfektion soll teure Nachbesserungsmaßnahmen vermeiden und die Kundenzufriedenheit durch ein funktionstüchtiges Produkt maximieren. Insbesondere deshalb, da Kosten für Nachbesserungsmaßnahmen nach der 10er-Regel exponentiell wachsen. Wenn von einem Fehler ausgegangen wird dessen Beseitigungskosten eine Werteinheit betragen, wenn er im Prozessschritt entdeckt wird. So betragen die Beseitigungskosten, wenn der Fehler in einem späteren Produktionsschritt entdeckt wird, einen Betrag in der Größenordnung von zehn Werteinheiten. Wenn er in der Nachkontrolle entdeckt wird, erhöhen sich die Kosten auf ungefähr 100 Werteinheiten. Falls erst der Kunde/die Kundin den Fehler bemerkt, fallen geschätzt Kosten in der Höhe von 1000 Werteinheiten an, ohne Berücksichtigung von Image- und Kundenverlust.

Betrachtet man den Wertstrom der Produktion ist bereits die Nachkontrolle und -besserung ein nichtwertschöpfender Vorgang, der nicht notwendig ist, sofern in der Produktion kein Fehler auftritt. Im schlechtesten Fall erkennt erst die Nachkontrolle, dass das gesamte Produkt nicht verwendbar ist und entsorgt werden muss. Daher ist das Ziel der Null-Fehler-Produktion nicht das sorgsame Kontrollieren im Nachhinein, ob Fehler aufgetreten sind, sondern eine laufende Qualitätskontrolle wäh-

²³ DICKMANN, P.: Schlanker Materialfluss mit Lean Production, Kanban und Innovationen. S. 227f.

rend der wertschöpfenden Vorgänge. Fehler dürfen in diesem System im Idealfall gar nicht entstehen oder zumindest nicht an den nächsten Produktionsstandort weitergegeben werden.²⁴

2.4.5.1 Poka Yoke

Als untergeordneter Teil des LEAN-Prinzips Perfektion oder des TPS-Prinzip Jidoka ist Poka Yoke zu verstehen. Poka Yoke setzt sich aus den japanischen Wörtern für Fehler und für vermeiden zusammen, kann aber auch als fehlersicher übersetzt werden. Wobei der Begriff sowohl Fehlervermeidung, das direkte Korrigieren von Fehlern am Produktionsstandort, wie auch Fehlerverhinderung, das Unterbinden jeglicher Produktionsfehler umfasst.

Poka Yoke kann dabei weiter in drei Subprinzipien unterteilt werden:

- Das Kontaktprinzip
- Das Festwertprinzip
- Prozessschrittprinzip

Das Kontaktprinzip soll sicherstellen, dass es zu keinen Verwechslungen von verschiedenen Teilen des Produkts kommt. So soll jedes dem Produkt hinzugefügte Teil ganz spezifische Charakteristika haben, sodass eine falsche Weiterverarbeitung, wenn überhaupt möglich, sehr auffällig ist. Falls ein Fehler trotzdem passiert, soll er durch fehlende oder andere Charakteristika schnell erkenntlich sein.

Das Festwertprinzip erkennt spezifische Eigenschaften und erkennt Abweichung vom definierten Produkt, wie zum Beispiel ein untypisches Gewicht oder eine falsch abgezählte Menge in der produzierenden Industrie. Dadurch werden Fehler und eventuell sogar die Art des Fehlers bereits am Produktionsstandort festgestellt.

Das Prozessschrittprinzip besagt, dass jedes Produkt der festgelegten Reihenfolge innerhalb eines Prozesses folgen muss. Weder darf ein Vorgang vorgezogen noch nachgeholt werden. Sollte ein Fehler in der Schrittfolge entdeckt werden, darf kein Weitertransport zum nächsten Vorgang erfolgen.²⁵

²⁴ BERTAGNOLLI; FRANK: Lean Management. S. 119f.

²⁵ BERTAGNOLLI; FRANK: Lean Management. S. 125f.

2.4.5.2 Kaizen

Der Prozess der Kontinuierlichen Verbesserung (KVP) geht auf die japanische Philosophie Kaizen zurück, die übersetzt so viel wie „Veränderung zum Besseren“ bedeutet. Dies besagt, dass das Erreichen von Perfektion nicht durch große einzelne Änderungen, sondern durch viele kleine Schritte bewerkstelligt wird. Insbesondere die Mitarbeiter sind in diesen Prozess miteinzubeziehen, da diese am ehesten Verschwendungen erkennen können. Das soll nicht nur zu Verbesserungsvorschlägen führen, sondern auch zur persönlichen Verringerung von Verschwendung.

Dabei gilt es Verbesserungsvorschläge nicht zu sammeln und nach einer gewissen Zeit zu evaluieren, sondern sofort zu beurteilen, auszuprobieren und bei erfolgreicher Probe umzusetzen. Ein Vorschlagswesen mittels realen oder virtuellen Briefkästen entspricht daher nicht der Philosophie des Kaizen. Entsprechend ist für den KVP regelmäßig Zeit einzuplanen um die Verbesserungen zu evaluieren und einführen zu können. Kaizen definiert Verbesserungen so, dass sie weder zu einem Mehraufwand an Arbeitskräften, Mitarbeitern oder Geld führen dürfen. Ebenso wenig darf eine Leistungsverdichtung oder Mehrarbeit für die Mitarbeiter entstehen. Verbesserte Prozesse sollen Mitarbeiter entlasten, Verschwendung reduzieren und mit wertschöpfender Tätigkeit ersetzen.²⁶

2.4.5.3 PDCA-Zyklus

Das wichtigste Werkzeug im KVP um Perfektion zu erreichen ist der PDCA-Zyklus den der amerikanische Statistiker William E. Deming erstellte (siehe Abbildung 4). Es beruht auf dem Konzept eines sich drehenden Kreises um die Qualität des Prozesses zu verbessern und die Kundenzufriedenheit zu erhöhen. Der PDCA-Zyklus setzt sich aus 4 Schritten zusammen:

1. Plan (Planen)
2. Do (Durchführen)
3. Check (Prüfen)
4. Act (Handeln)

²⁶ BERTAGNOLLI; FRANK: Lean Management. S. 152f.

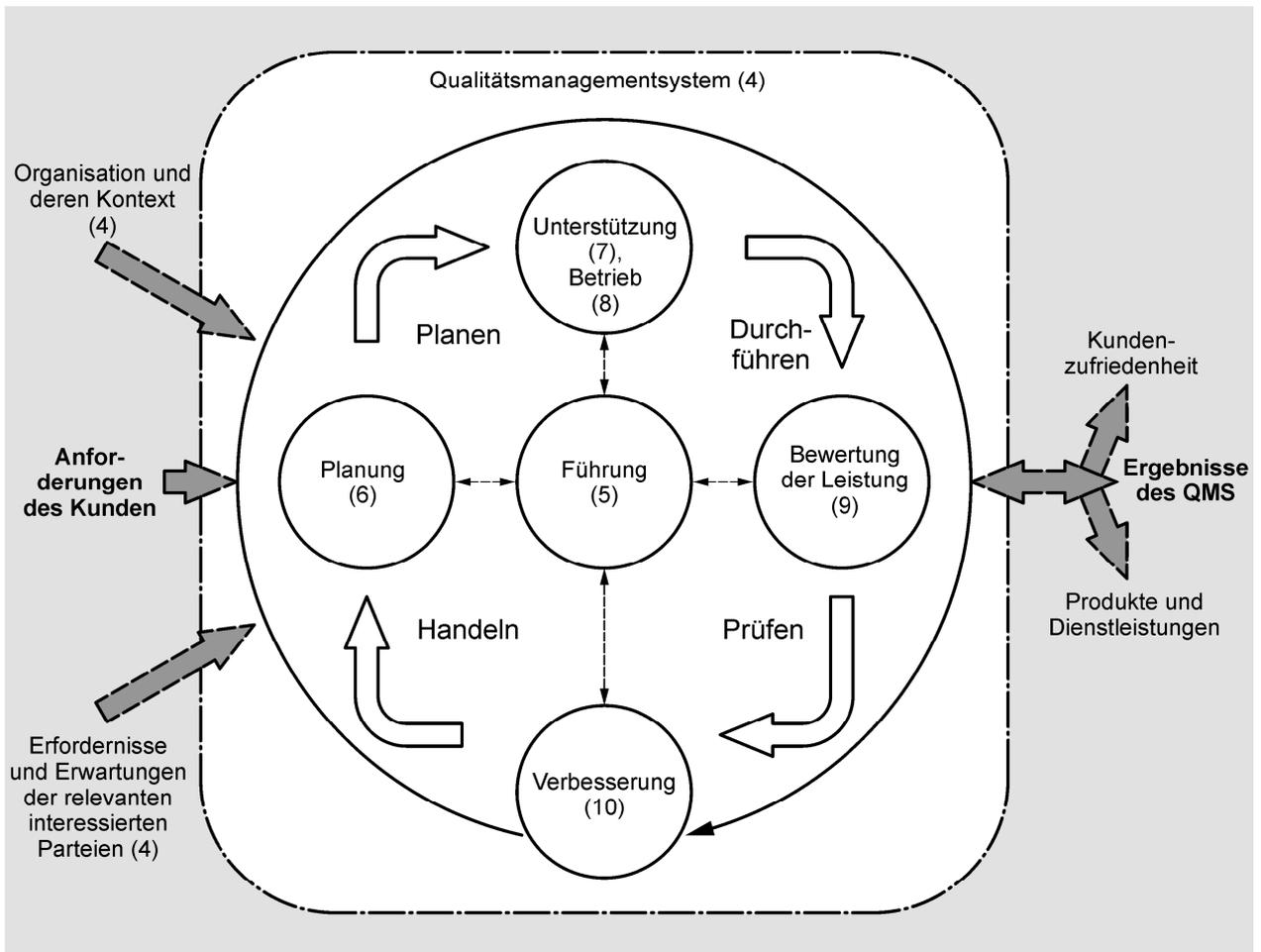


Abbildung 4 PDCA-Zyklus²⁷

Im ersten Schritt wird die aktuelle Situation analysiert und dadurch die Probleme im Prozess erkannt. Daraufhin wird aus den gesammelten Informationen die Ursache ergründet um daraus Aktionen abzuleiten die die Probleme beheben. Aus diesen Aktionen sollen konkrete, überprüfbare Maßnahmen und Ziele ableitbar sein.

Die Aktionen und Maßnahmen, die im ersten Schritt definiert wurden, werden im zweiten Schritt konsequent unter Definition eines Zeitplans umgesetzt und dokumentiert.

Der Schritt Check überprüft, ob die gesetzten Aktionen und Maßnahmen, die gewünschten Ziele erreicht und dadurch zur Verbesserung des Prozesses geführt hat.

²⁷ ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSMINISTERIUM: ÖNORM EN ISO 9001:2015. S. 9

Im letzten Schritt werden Maßnahmen, die zur gewünschten positiven Veränderung geführt haben als neuer Standard definiert um ähnliche Probleme in anderen Bereichen lösen zu können. Diese Ebene ist auch Ausgangspunkt für zukünftige Verbesserungen und den Beginn eines neuen PDCA-Zyklus.²⁸

Wenn die gesetzten Maßnahmen die Zieldefinition nicht erfüllen konnten, müssen andere Aktionen definiert und geplant werden. Das ist ebenso wie im Erfolgsfall mit dem erneuten Start eines PDCA-Zyklus verbunden.

²⁸ SYSKA, A.: Produktionsmanagement: Das A-Z wichtiger Methoden und Konzepte für die Produktion von heute. S. 100f.

3 LEAN Management im Bauwesen

Der Ansatz von LEAN oder des LEAN Thinkings ist aufgrund des Ursprungs stark auf die Autoindustrie oder zumindest auf die stationäre Industrie ausgerichtet. Der Erfolg dieser Philosophie war so überzeugend, dass sie ab Ende des 20. Jahrhunderts auch in anderen Branchen eingesetzt wurde. Im Bereich der Bauausführung wird der LEAN-Ansatz als LEAN Construction und in der Bauplanung als LEAN Design bezeichnet. LEAN Management im Bauwesen berücksichtigt die Besonderheiten und anderen Randbedingungen des Bauens im Gegensatz zur stationären Industrie in Hinsicht auf die Bauplanung und -ausführung. Während die LEAN-Prinzipien gänzlich adaptierbar sind, müssen die Werkzeuge und Methoden von LEAN Production angepasst oder gänzlich neuentwickelt werden.

Der Hauptansatzpunkt des LEAN Management im Bauwesen ist das Prozess-Denken in der Baubranche zu fördern. Während aktuell das Unikat-Denken vorherrscht, das von der Annahme ausgeht, dass jedes Bauwerk ein Prototyp ist und daher nicht oder schwer verglichen werden kann. Im Gegensatz dazu verfolgt LEAN Management im Bauwesen den Ansatz, dass zwar das Endprodukt variiert, aber sich dennoch die Prozesse zur Erstellung des Bauwerks gleichen. Die Folge daraus ist die Möglichkeit den Bauprozess wesentlich präziser planen und ausführen zu können.²⁹

Bauen wird nicht mehr in den klassischen Größenordnungen des Construction Management Zeit, Kosten und Qualität betrachtet, sondern durch das Transformation-Flow-Value-Modell (TFV-Modell; siehe 3.2) nach Koskela ersetzt. Lauri Koskela beobachtete, dass eine erhebliche Differenz zwischen den üblichen Planungsmethoden der Bauindustrie und der tatsächlichen Realität vorherrscht. Begründet wurde diese Beobachtung dadurch, dass es der klassischen Vorgangsweise an Robustheit und Flexibilität mangle. Basierend auf dem TPS entwickelte Koskela 1992 das TFV-Modell, welche die Transformation von Rohmaterialien zu fertigen Produkten (T) mit dem Flussprinzip von Material und Information durch den Produktionsprozess (F) und dem Wert eines Produkts aus Kundensicht (V, engl. Value) verbindet.³⁰

²⁹ FIEDLER; MARTIN: Lean Construction. S. 82f.

³⁰ GEHBAUER, F.: Lean Management im Bauwesen.
https://www.tmb.kit.edu/download/Gehbauer_2011_Lean_Management_im_Bauwesen_Grundlagen.pdf. Datum des Zugriffs: 05.11.2018

3.1 Geschichtliche Vorbilder des LEAN Construction

Obwohl LEAN Construction eine junge Disziplin ist und erst Ende des 20. Jahrhunderts entwickelt wurde, gibt es zahlreiche historische Produktionsprozesse, die schlanke, effiziente Lösungen bei Großprojekten anwendeten ohne über Baumaschinen oder Motoren zu verfügen.

So verfügten bereits die Ägypter im Altertum über ein sehr detailliertes Logistik- bzw. Steuerungssystem zum Transport von Steinblöcken und zur Koordination der hohen Zahl der dazu eingesetzten Arbeitskräfte. Wenn möglich, wurden diese und andere Baumaterialien zwar per Schiff transportiert, doch zumindest der Transport vom Steinbruch wie auch zur Baustelle mussten über Land geschehen. Dazu wurden Schlitten, untergelegte Rollen, Rampen, Flaschenzüge oder ähnliches eingesetzt. Um dabei nachvollziehen zu können welcher Stein von welchen Arbeitskräften transportiert wurde, wurden ihre Namen auf dem Steinblock vermerkt. Dieses Logistiksystem reichte teilweise soweit, dass für jeden Steinblock, ein Einbauort, der Transportweg, die für die Ausstattung zuständige Institution und die verantwortlichen Arbeitskräfte festgelegt wurden um Verzögerungen beim Transport zu verhindern.

Auch im römischen Reich wurden einige Grundsätze von LEAN eingesetzt. Einerseits kam es zur Standardisierung von Bauelementen, so wurden beispielweise nur noch drei Größen von Tonziegel hergestellt die nur mit Zementmörtel verbunden werden. Diese Materialien konnten großteils vorproduziert werden und im kontinuierlichen Materialfluss zum notwendigen Standort transportiert werden. Andererseits wurde die Organisation der Herstellung von Baumaterial wie Marmor und Ziegel zentral verwaltet und gesteuert. Der Abbau und die Herstellung dieser Materialien geschah nicht mehr durch teure, hochspezialisierte Arbeitskräfte, sondern wurde in einen definierten Produktionsprozess gegliedert in dem verschiedene Produktionsstandorte festgelegt wurden, die verschiedene Tätigkeiten ausführten. Dadurch konnten Bauprozesse wesentlich verkürzt und optimiert werden. So konnten Anlagen mit mehreren 100 Metern Seitenlängen, wie Thermen und Tempel, innerhalb weniger Jahre errichtet werden.³¹

In der Neuzeit wurden LEAN Prinzipien vorrangig in Kulturen verbreitet, die Gebäude in Leichtbauweise herstellten, wie in den USA oder in Japan. Besonders der Bau von klassischen Holzkonstruktionen vieler japanischer Gebäude weist einen hohen Grad von Vorfertigung und Modularisierung auf. Die japanische Bauwirtschaft vollzog den Schritt zur industriellen Produktion bereits früh und konnte dadurch viele Methoden und Werkzeuge aus der Massenproduktion übernehmen. Prinzipien von LEAN Production wurden nicht an die Bedürfnisse der Produktion ange-

³¹ FIEDLER; MARTIN: Lean Construction. S. 83 f.

passt, sondern die Produktion des Bauwesens soweit verändert, dass die Prinzipien des LEAN Production nun anwendbar waren.³²

3.2 Modell von Koskela

Lauri Koskela entwickelte 1992 das erste Modell das die LEAN Prinzipien in das Bauwesen übertrug. Dabei definierte er drei Perspektiven zur Betrachtung der Produktion im Bauwesen:

- Transformation
- Fluss
- Wert

Die Perspektive der Transformation sieht Produktion als Verwandlung von Inputs zu Outputs und ist damit eine traditionelle Betrachtungsweise. Dementsprechend ist es nach diesem Modell am sinnvollsten die Inputs möglichst kostengünstig zu halten und die Tätigkeiten möglichst kostensparend abzuwickeln um das gewünschte Ziel zu erreichen.

Die zweite Sichtweise kombiniert das Prinzip der Transformation mit dem Prinzip des Flusses. Das Prinzip des Flusses unterscheidet zwischen wertschöpfenden und nichtwertschöpfenden Prozessphasen. Die nichtwertschöpfenden Phasen werden wiederum in Kontrollphasen und Wartephasen unterteilt. Das Ziel des Prinzips des Flusses ist die nichtwertschöpfenden und somit nicht-transformative Phasen zu minimieren, besonders durch die Reduktion der Varianz der Produktion.

Als letzte Sichtweise wird die Produktion aus der Perspektive der Erfüllung der Kundenbedürfnisse betrachtet. Der Kundenwunsch wird durch dieses Prinzip in eine Lösung für die Produktionsplanung übertragen. Somit ist eine Produktion möglich, die die Anforderungen des Kunden, wie auch die Anforderungen der Ressourcen- und Flusseffizienz möglichst gut erfüllen soll.³³

3.3 Ansätze von LEAN Construction

Die theoretischen Überlegungen des TFV-Modells nach Koskela wurden durch einige praxisorientierte Ansätze weiterentwickelt. Diese kann man drei verschiedenen, groben Strömungen zuordnen (siehe Abbildung 5):

³² FIEDLER; MARTIN: Lean Construction. S. 86

³³ KOSKELA, L.: An exploration towards a production theory and its application to construction. Dissertation. S. 87

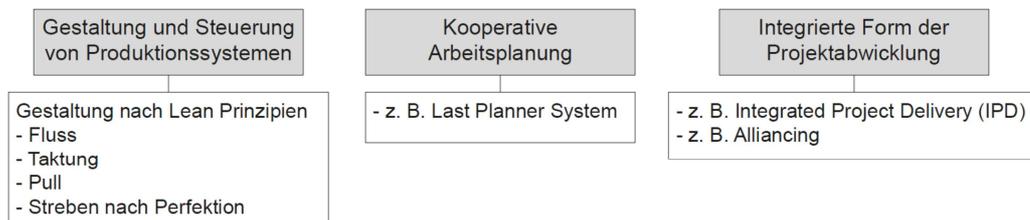


Abbildung 5 Wesentliche Strömungen des LEAN Construction³⁴

Die folgenden Unterkapitel gehen auf die Grundlagen der Taktung eines Bauprozesses und auf das Last Planner System® ein, da sie die wesentliche Basis für Methoden von LEAN Construction sind. Auf rechtliche Aspekte der integrierten Projektabwicklung wird in dieser Masterarbeit, aus den in der Einleitung (siehe Kapitel 1) erörterten Gründen, nicht näher eingegangen.

3.3.1 Taktung

Das Prinzip einer getakteten Bauproduktion ist in vielen Bereichen des Bauwesens kein neuer Ansatz. Vor allem in Linienbaustellen, wie im Straßenwesen, Brücken- oder Tunnelbau sind Methoden der Taktung bereits etabliert. Ebenso wird im Hochbau Taktung angewandt beispielsweise durch Definition von Betonierabschnitten, da nur eine begrenzte Menge Schalung auf der Baustelle vorhanden ist. Es ist jedoch anzumerken, dass eine Taktung bei dieser Art von Bauproduktion durch das Produkt eine logische Konsequenz der Ressourceneffizienz ist. Der Takt definiert Raum- und Zeitabschnitte und die Steuerung ist unproblematisch, da in diesen Bereichen keine ausgeprägte Schnittstellenproblematik vorherrscht. Die Taktung gibt in diesen Bauprozessen vor allem die Geschwindigkeit und notwendige Leistung der Bauprozesse vor.

LEAN Construction sieht Taktung allerdings auch in Bereichen vor, in denen zahlreiche Gewerke auf den gleichen Flächen in kurzer Zeit arbeiten und mehrmals innerhalb eines Projektes wiederholt werden z.B. im Innenausbau. In Feldern in denen der Bauprozess nicht bereits vorweg definiert ist, sondern erst projektspezifisch erarbeitet werden muss, wirkt die Taktung besonders effektiv, da durch die Definition einer einheitlichen Prozessfolge mit einheitlichen Vorgangsdauern ein gemeinsames Projektverständnis gefördert wird. Der Bauprozess wird durch konsequentes Takten für alle Projektbeteiligten transparenter und verständlicher.

³⁴ FIEDLER; MARTIN: Lean Construction. S. 87

Die Taktung von Prozessen lässt sich in zwei Bereiche unterteilen, einerseits die Taktplanung und andererseits die Taktsteuerung.³⁵

3.3.1.1 Taktplanung

Grundvoraussetzung ist die Einteilung von Baulosen, die alle einen ähnlich großen Arbeitsaufwand und damit üblicherweise eine ähnliche Fläche aufweisen. In diesen Baulosen haben ähnliche Bautätigkeiten zu erfolgen, da der Prozess einer Taktplanung zwar eine gewisse Varianz erlaubt, jedoch nicht mehrere vollständig unterschiedliche Bauprozesse innerhalb derselben Taktung zulässt. Daraufhin muss der Prozess der zu erledigenden Bautätigkeiten festgelegt werden. Um ein gemeinsames Projektverständnis zu fördern, soll der Prozess mit möglichst vielen Projektbeteiligten erstellt werden. Dabei sind alle Vorgänge der zu erfolgenden Bautätigkeit inklusive der zu erwartenden Vorgangsdauer aufzuschlüsseln und in eine Reihenfolge zu bringen.

Danach sind die Vorgänge in Arbeitsbereiche mit einheitlicher Dauer zusammenzufassen. Im Innenausbau sind beispielsweise Taktbereichsdauern von einer Woche oder einer Halbwoche üblich. Die Anzahl der Arbeitspakete und die Taktbereichsdauer definieren die Taktdauer, das ist jene Zeit, welche benötigt wird um alle Vorgänge innerhalb eines Bauloses abzuschließen. Zu beachten ist, dass die Vorgangsdauer ohne Puffer einzuplanen ist. Puffer wird in der Taktplanung immer als Gesamtpuffer des Projekts gesehen und nicht als Teilpuffer innerhalb einzelner Vorgänge oder Arbeitspakete. Die Baudauer, die notwendig ist um alle Baulose fertigzustellen, setzt sich aus einer Taktzeit und der Taktbereichsdauer multipliziert mit den definierten Baulosen zusammen.

3.3.1.2 Taktsteuerung

Der aus der Taktplanung entstandene Terminplan ist die Grundlage der weiteren Steuerung eines Bauprojektes. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass eine Baustelle stets ein dynamisches System ist, welche von Leistungsschwankungen betroffen ist. Eine gewisse Abweichung von der ursprünglichen Taktplanung ist deshalb nicht unbedingt auf fehlerhafte Annahmen in der Taktplanung oder eine mangelhafte Umsetzung seitens der Ausführung zurückzuführen. Unsicherheiten bzw. Verzögerungen im Prozess werden durch den in der Taktplanung eingeführten Gesamtpuffer abgefedert. Bei größeren Veränderungen, durch die der ursprüngliche Takt nicht einzuhalten ist, muss der Terminplan dementsprechend aktualisiert bzw. richtig gestellt werden.

³⁵ FIEDLER; MARTIN: Lean Construction. S. 165f.

Die Erfolgsfaktoren des Systems der Taktsteuerung ist die kurzfristige Leistungskontrolle und die Akzeptanz bzw. das Mitwirken der Projektbeteiligten. Die Taktsteuerungsbesprechung ist empfehlenerweise täglich abzuhalten um kurzfristig auf Abweichungen einzugehen und wird üblicherweise durch eine wöchentliche Evaluierung der Produktion der vergangenen Woche bzw. den Ausblick auf die kommenden Wochen erweitert. Dieser Ausblick ist auch zwingend zu visualisieren um durch einen einheitlich gültigen Plan Missverständnisse vorzubeugen bzw. eine ständige Orientierungshilfe für alle Projektbeteiligten zu bieten. Ziel ist es ein gemeinsames Verständnis für das Bauprojekt zu fördern und frühzeitig bei Fehlentwicklungen gegensteuern zu können um Qualitäts-, Kosten und Zeitziele halten zu können.³⁶

3.3.2 Last Planner System®

Das LPS wurde entwickelt um die niedrige Zuverlässigkeit der Zusagen von Beteiligten bei Bauprojekten zu erhöhen. Das entscheidende Umdenken geschieht hier im Gedanken des Einplanens der Tätigkeiten die notwendig sind, um ein Gebäude zu errichten. Die Tätigkeiten sollen nicht nach dem Top-Bottom-System am Zeitpunkt geschehen an dem der vorherige Planer (First Planner) diese festgelegt hat, sondern die endgültige Terminusage der Tätigkeit legt die Person oder das Unternehmen fest, welche besagte Tätigkeit ausführt.

Klassische Terminpläne sind zumeist ungenau, da sie zu einem Zeitpunkt erstellt werden, an dem sowohl die zeitliche Entfernung groß wie der Detaillierungsgrad und damit der Arbeitsaufwand noch gar nicht bekannt ist. Im Last Planner System hingegen ordnet der Projektphase die passende Planungsebene zu und schafft durch frühzeitige und regelmäßige Kommunikation Vertrauen zwischen den Leistungsträgern des Bauprojekts. Die Projektplanung erfolgt laut Alan Mossman im Rahmen von fünf bzw. sechs Schlüssel-Gesprächen; an denen möglichst alle Projektbeteiligte teilzunehmen haben:

- Kooperative Phasen-Terminplanung
- Make Ready
- Kooperative Produktionsplanung
- Produktionsmanagement
- Messen, Lernen und kontinuierliches Verbessern
- (First Run Studies)

³⁶ FIEDLER; MARTIN: Lean Construction. S. 168.f

In den folgenden Unterkapiteln wird auf die Schlüsselgespräche des LPS eingegangen. Eine praxisnahe Betrachtung dieses Themas wird in der näheren Betrachtung des LEAN Designs vorgenommen.³⁷

Bevor Schlüsselgespräche des LPS näher behandelt werden, ist es notwendig die Grundlage dieser Planungsmethode zu betrachten. Jene Basis des LPS stellt der Begriff des Meilensteins da. Das Setzen bzw. die Planung von Meilensteinen ist auch in der klassischen Bauplanung von großer Bedeutung, allerdings unterscheiden sich die Definitionen des klassischen Meilensteins und dem des Meilensteins des LPS erheblich. Während Meilensteine in der klassischen Bauzeitplanung sehr selten sind, maximal zehn pro Projekt, ist der Meilenstein im LPS wesentlich häufiger. Jene Art der Meilensteine beschreibt nämlich immer den Anfang oder das Ende einer Tätigkeit in Zusammenhang mit einem Gewerk und einem Bereich. Also wäre ein Meilenstein statt z.B. Gebäudehülle dicht in der klassischen Betrachtung, beispielsweise Anfang der Estricharbeiten im Erdgeschoß. Diese Art der Betrachtung von Meilensteinen erhöht den Aufwand für die Verfolgung der verschiedenen Bautätigkeiten, da bei einem Großprojekt bis zu mehreren hundert Meilensteine in einer Projektwoche auftreten können, erleichtert jedoch die Projektsteuerung wesentlich. Besonders da nun der Fortschritt der Baustelle sehr kleinteilig betrachtet wird und sowohl der Bauleitung als auch betroffenen Partnergewerken bekannt wird. Diese Verfeinerung der Meilensteine erhöht besonders bei großen Baustellen, wenn effizient und richtig angewendet, die Übersichtlichkeit wesentlich. Wichtig ist allerdings, dass alle Projektbeteiligten ein gemeinsames Verständnis für die Meilensteine und das Projekt an sich entwickeln um Zusammenhänge, Abhängigkeiten und Voraussetzungen bzw. Nicht-Voraussetzung zwischen Meilensteinen erkennen zu können. Liegt kein gemeinsames Verständnis vor erhöht sich die Gefahr, dass verschiedene Gewerke verschiedene evtl. sich widersprechende Ziele verfolgen und so ein „Tunnelblick“ entsteht, der eine Maximierung des eigenen Gewinns auf Kosten des Gesamtprojekts im Sinn hat. Um dieses Verständnis herzustellen sind die bereits erwähnten Schlüsselgespräche notwendig.³⁸

3.3.2.1 Kooperative Phasen-Terminplanung

Terminpläne werden üblicherweise durch das Projektmanagement oder durch Fachplaner insbesondere Architekten festgelegt, den sogenannten ersten Planern. Diese ersten Planer haben aufgrund des frühen Projekt-

³⁷ MOSSMAN, A.: Last Planner® 5+1 wichtige kooperative Gespräche für eine zuverlässige Planungs- und Bauausführung S. 16

³⁸ MOSSMAN, A.: Last Planner® 5+1 wichtige kooperative Gespräche für eine zuverlässige Planungs- und Bauausführung S. 20

status zu wenige Informationen, da viele Details der Herstellung des Bauwerks noch nicht bekannt sind, um eine verlässliche Terminprognose zu erstellen. Deswegen müssen sich die ersten Planer auf zahlreiche Annahmen stützen und versehen diese mit Puffern und Sicherheiten um falsche Annahmen ausgleichen zu können. Dieser Terminplan wird meist fertiggestellt bevor alle bzw. die meisten Gewerke bekannt sind. Dementsprechend kann der Terminplan in den folgenden Phasen zwar verfeinert werden, aber muss vertraglich eingehalten werden. Entstehen während des Bau- oder Planungsprozesses nun Verzögerungen die darauffolgende Tätigkeiten behindern bzw. wurden falsche Tätigkeiten eingeplant muss entweder der Terminplan aktualisiert werden oder verliert an Relevanz. Ein neuer oder nicht mehr gültiger Terminplan beinhaltet großes Konfliktpotenzial und erhöht das Risiko von weiteren Störungen des Planungs- und Bauprozesses, z.B.: durch Rechtsstreitigkeiten oder fehlender Abstimmung, erheblich.

Das LPS versucht das im oberen Absatz beschriebene Problem durch die Verknüpfung eines Terminkoordinationssystems mit einem Produktionssteuerungssystem zu lösen. In der Kooperativen Phasen-Terminplanung werden möglichst viele, aber zumindest die Schlüsselgewerke bereits früh in die Terminplanung eingebunden um durch die Erfahrung und Kompetenz der Gewerke in den einzelnen Fachgebieten eine möglichst realistische Abschätzung der Prozessdauer zu erreichen. Durch das frühe und aktive Treffen aller Gewerke wird außerdem ein gemeinsames Projektverständnis gefördert und gegenseitige Abhängigkeiten werden erkannt. Den Gewerken soll außerdem verständlich gemacht werden, dass alle Tätigkeiten nicht nur den Anforderungen des Endkunden bzw. Bauherren entsprechen müssen, sondern auch denen des nächsten Gewerks.

Die Kooperative Phasen –Terminplanung ist die erste zeitliche Betrachtung eines Projekts im LPS. Sie umfasst zwei bis drei Monate, sollte das Projekt in dieser Phase abgewickelt werden können, wird nur eine solche Phase benötigt. Bei längerer Bauzeit wird die Ausführung durch diese Betrachtung in einzelne Phasen unterteilt. Der Fokus dieses ersten Schlüsselgesprächs ist dementsprechend eine Planung vom Groben ins Feine, da eine genaue Betrachtung der Termine immer erst 2-3 Monate im Voraus geschieht.³⁹

Ziel dieser Phase ist es alle Vorgänge die zur Erstellung des Bauwerks notwendig sind aufzuschlüsseln und festzustellen welche Vorgänge davor benötigt werden um, damit dieser Vorgang stattfinden kann und welchen Output dieser Vorgang liefert. Dies kann auf Haftnotizen zur Veranschaulichung notiert werden (siehe Abbildung 6). Ebenso Ort und Dauer

³⁹ MOSSMAN, A.: Last Planner® 5+1 wichtige kooperative Gespräche für eine zuverlässige Planungs- und Bauausführung S. 20f.

des Vorgangs, sowie andere Informationen können darauf vermerkt werden.

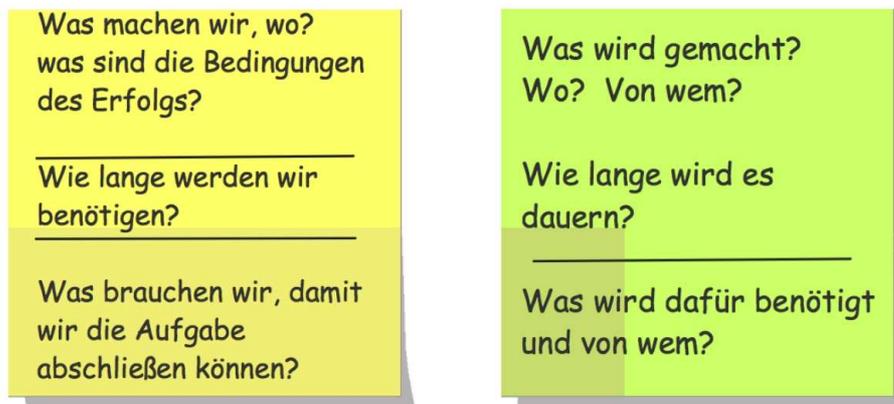


Abbildung 6 Mögliche Beispiele einer Haftnotiz in der Kooperativen Phasen-Terminplanung⁴⁰

3.3.2.2 Make Ready

Die Make Ready-Planung ist ein ständiger Begleiter während des Planungs- und Bauprozesses. Jeder Vorgang hat wie bereits im ersten Schlüsselgespräch festgestellt wurde gewisse Voraussetzungen. Kurz vor Beginn und ständig während des Vorgangs wird abhängig nach Projektgröße vom Gruppenleiter, Projektleiter, Bauleiter, Polier oder vom Gewerk selbst festgestellt, ob alle Voraussetzungen zur Durchführung des Vorgangs bereits bzw. noch vorhanden sind. Bei Einschränkungen sind dafür diese von den Verantwortlichen zu entfernen. So die Beschränkung in der Sphäre eines anderen Projektbeteiligten liegt, hat der Verantwortliche eine Handlungsaufforderung an den jeweiligen Projektbeteiligten zu stellen. Die Make Ready Planung identifiziert und dokumentiert alle Einschränkungen von Vorgängen und alle Handlungsaufforderungen an andere Projektbeteiligte inkl. dem Datum an dem die Beschränkung behoben sein muss. Dieses Schlüsselgespräch kann, falls notwendig, die Maßnahmen zur Aufhebung der Beschränkung in kleinere Schritte unterteilen.⁴¹

Der Grundgedanke der Make Ready Planung ist das gemeinsame Projektverständnis und die Kundenorientierung, besonders in Bezug auf das nachfolgende Gewerk, zu etablieren und zu fördern. Durch Einführung

⁴⁰ MOSSMAN, A.: Last Planner® 5+1 wichtige kooperative Gespräche für eine zuverlässige Planungs- und Bauausführung S. 22

⁴¹ MOSSMAN, A.: Last Planner® 5+1 wichtige kooperative Gespräche für eine zuverlässige Planungs- und Bauausführung S. 26f.

dieses Gesprächs wird jeder Vorgang durch den Vorgangsnachfolger auf den Erfolg beurteilt. Werden Mängel oder Störungen für den weiteren Bauablauf erkannt, sollte nicht weiter gearbeitet werden, sondern die Einschränkung durch den Verursacher behoben werden. Denn werden Anforderungen an das Bauwerk nicht erfüllt, entstehen entweder Qualitätsmängel oder Nacharbeiten. Qualitätsmängel können zu Produktivitätsverlusten der Nachfolgegewerke führen oder das Konfliktpotential im Planungs- bzw. Bauprojekt erhöhen. Nacharbeiten verursachen Produktivitätsverluste, Wartezeiten und Verzögerungen und erhöhen die Kosten.

3.3.2.3 Produktionsplanung

Das dritte Schlüsselgespräch des LPS wird wöchentlich während des Planungs- und Bauprozesses abgehalten. Hierbei handelt es sich um die Produktionsplanung in der zuerst die letzte Projektwoche einer Evaluierung unterzogen wird und daraufhin die Tätigkeiten der nächsten Projektwochen geplant werden. Sollte es notwendig sein, kann auch ein kleineres Intervall an diesen Besprechungen durchgeführt werden, üblicherweise ist aber eine Betrachtung im Wochenintervall ausreichend. Die Gewerke, welche von einer direkt im Projekt beschäftigten Person vertreten werden sollten, planen hierbei selbst die Tätigkeiten der nächsten Produktionswochen ein.

Von entscheidender Bedeutung ist eine gemeinsame Kontrolle der eingeplanten Tätigkeiten um einerseits, das bereits in den letzten Unterkapiteln erwähnte, gemeinsame Projektverständnis zu fördern, aber andererseits auch mögliche Konfliktpunkte und Einschränkungen frühzeitig erkennen zu können, z.B. Arbeiten von zwei Gewerken im selben Bereich oder Nichtverfügbarkeit des Kranes aufgrund eines anderen Gewerks. Nach dieser Kontrolle müssen allen Gewerken folgende Schlüsselkriterien bekannt sein:

- Definition: Das Gewerk, das die Tätigkeit durchführt, weiß was zu erledigen ist damit das Nachfolgegewerk störungsfrei weiterarbeiten kann. Es weiß durch welche Projektbeteiligten die Tätigkeit beurteilt wird und wann die Tätigkeit fertiggestellt ist.
- Störungsfreie Durchführung: Tätigkeiten können ohne Einschränkungen durchgeführt werden oder bestehende Behinderungen werden rechtzeitig behoben
- Sequenz: Jede Tätigkeit wird zum richtigen Zeitpunkt und am richtigen Punkt der Gewerkesequenz durchgeführt. Andere Tätigkeiten werden durch eine Tätigkeit nicht oder möglichst wenig eingeschränkt.

- Größe: Jedes Team innerhalb der Gewerke hat ausreichend Kapazitäten und die Kompetenz um die zu erledigenden Tätigkeiten zu bewältigen.

Auch nach solch einer Betrachtung werden Störungen des Planungs- und Bauprozesses auftreten. Doch durch die vernetzte Betrachtung der nächsten Projektwochen werden Konflikte über Flächen, Ressourcen, Zugänge und Geräte frühzeitig sichtbar und leichter behebbar.

Das Prinzip hinter der Produktionsplanung ist die Selbsteinschätzung der Gewerke. Hier führen direkt die letzten Planer die Einteilung ihrer Ressourcen über die nächsten Wochen in Abstimmung mit der Projektleitung und allen anderen Projektbeteiligten durch. Wichtig ist, dass Zusagen nur durch die für die verantwortlichen Gewerke kommen dürfen und jedes Gewerk die Möglichkeit hat Anfragen für Tätigkeiten durch andere abzulehnen, falls es für dieses nicht möglich ist die Anfragen zu erfüllen. Die Zusage und der zugesagte Zeitpunkt der Tätigkeit gehen immer vom Gewerk selbst aus. Verdeutlicht wird dieses Prinzip durch den Promise Conversation Cycle (siehe Abbildung 7), der die Beteiligten und Tätigkeiten der eigenverantwortlichen Planung aufzeigt.

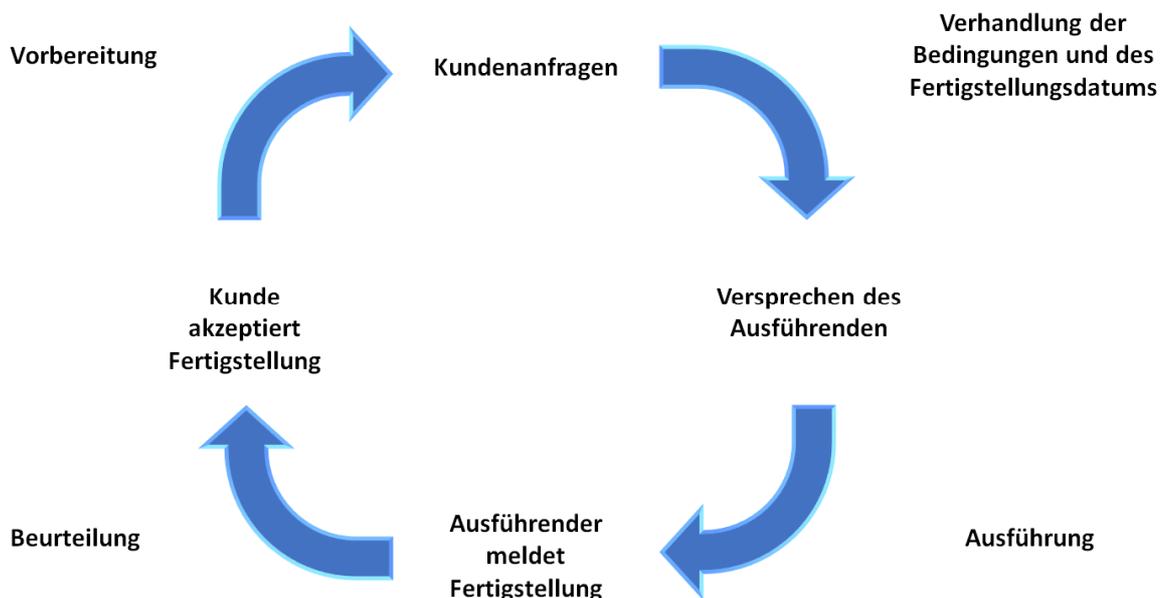


Abbildung 7 Promise Conversation Cycle

Ziel ist es, das Engagement der Projektbeteiligten zu erhöhen und eine Identifikation mit dem Projekt und als Team zu erreichen.⁴²

⁴² LIPP; MATTHIAS: Entwicklung und Implementierung eines betriebsinternen, simulationsunterstützten LEAN Construction Schulungskonzept. Masterarbeit. S. 17

3.3.2.4 Produktionsmanagement

Unter Produktionsmanagement wird die tägliche Kommunikation über das Planungs- oder Bauprojekt verstanden. In diesem Schlüsselgespräch wird geklärt, ob die in der Produktionsplanung eingetragenen Tätigkeiten auch tatsächlich stattgefunden haben oder ob Behinderungen aufgetreten sind. Bei unvorhergesehenen Ereignissen können außerdem in diesem Rahmen Lösungen gefunden werden und alle Gewerke darüber schnell informiert werden. Auch Evaluierungen bieten sich während des Produktionsmanagements an, da Erinnerungen warum Tätigkeiten länger oder kürzer dauerten als geplant hier präsenter sind als bei der wöchentlichen Evaluierung. Dieses Gespräch sollte aufgrund der Häufigkeit nur sehr kurz dauern und informell abgehalten werden. An dieser Stelle lässt sich auch die aktuelle Moral und Stimmungslage des Projekts einschätzen und falls nötig kann auf Probleme und Diskussionen eingegangen werden um den Projekterfolg nicht zu gefährden.⁴³

3.3.2.5 Messen, Lernen und kontinuierliches Verbessern

Um die bereits erwähnten Gespräche, sowie Projekterfolg evaluieren zu können, bedarf es auch ein Schlüsselgespräch im LPS zur Evaluierung der bisherigen Leistung bzw. zur Verbesserung von zukünftigen Leistungen. Das erfordert die Einführung eines PDCA-Zyklus (siehe 2.4.5.3) um die Einzelarbeit, sowie die systematische Zusammenarbeit zwischen den Gewerken zu verbessern. Die Evaluierung soll auch Wartezeiten bzw. Überarbeit reduzieren und damit den Arbeitsfluss verbessern, welches auch die Qualität des Projekts aufgrund eines geringeren Fehlerpotenzials erhöht.

Wichtigste Kennzahl der Evaluierung im LPS ist der Anteil eingehaltener Zusagen – kurz AEZ. Die Zusagen der letzten Produktionseinheit, üblicherweise der letzten Projektwoche werden für diese Kennzahl den tatsächlich erfolgten Tätigkeiten gegenüber gestellt. Bei nicht erreichten Zielen werden die Gründe des Nichterfolgens hinterfragt. Somit kann die Verlässlichkeit der Zusagen bezogen auf das Gesamtprojekt wie auch auf einzelne Gewerke überprüft werden. Hervorzuheben ist allerdings, dass der AEZ als Kennzahl keine einheitliche Interpretation hat. So ist es nicht zwangsläufig das Ziel 100 % zu erreichen, da z.B. die Projektbeteiligten zu wenige Tätigkeiten eingeplant haben. Auch bei hohen AEZ kann Verschwendung vorherrschen und niedrige AEZ müssen nicht unbedingt auf eine Unproduktivität des Projektteams hinweisen. Der AEZ

⁴³ MOSSMAN, A.: Last Planner® 5+1 wichtige kooperative Gespräche für eine zuverlässige Planungs- und Bauausführung S. 32

ist als weiche Kennzahl zu sehen, der in Relation des Projekts bzw. der letzten Produktionseinheit zu sehen ist.

Um die Make Ready Planung zu überprüfen, kann die Kennzahl Tasks Made Ready oder TMR eingeführt werden. Dieser Wert zeigt an wie erfolgreich der Vorbereitungsprozess bzw. die Make Ready Planung abläuft und ist besonders bei Projekten mit einem AEZ von größer als 70% sowie bei Teams, die der Vorbereitung zukünftiger Tätigkeiten zu wenig Aufmerksamkeit schenken zu empfehlen. Der wichtigste Teil dieses Gesprächs und damit des KVP ist die Analyse der verzögerten bzw. nicht erfüllten Tätigkeiten. Das gilt sowohl für tatsächlich durchzuführende Tätigkeiten wie im Fall des AEZ, sowie für vorzubereitende Tätigkeiten bei der Kennzahl TMR. Jede Nichterfüllung muss mit einem Grund angegeben werden. Die Gründe werden aufgezeichnet und gesammelt um die zentralen Probleme einzelner Produktionswochen oder Gewerke zu erkennen.⁴⁴

Nach der Analyse der Verzögerungsgründe ist ein direktes Ansetzen des KVP zu empfehlen indem von den Projektbeteiligten erfragt wird mit welchen möglichen Verbesserungen des Planungs- oder Bauprozesses die Verzögerungen und Störungen der Tätigkeiten behoben werden könnten. Die vorgeschlagenen Verbesserungen sind an die zuständigen Stellen weiterzuleiten, von diesen einzuführen und in einem zukünftigen Schlüsselgespräch wieder zu evaluieren.

3.3.2.6 First Run Studies

Wie bereits im vorherigen Unterkapitel stützen sich auch First Run Studies auf das Modell des PDCA-Zyklus (siehe 2.4.5.3). Dazu wird der PDCA-Zyklus an das spezifische Projekt angepasst (siehe Abbildung 8). Dieses Schlüsselgespräch bezieht sich nicht nur, wie der Name nahelegen würde, auf Tätigkeiten und Vorgänge die zum ersten Mal durchgeführt werden und im Projektverlauf mehrmals wiederholt werden, sondern auf jede Tätigkeit oder jeden Vorgang die gefährliche, kritische oder unbekannte Auswirkungen auf den Projekterfolg haben. Dementsprechend kann eine First Run Study auch auf eine einzigartige Tätigkeit oder einen einzigartigen Vorgang des Projekts angewendet werden.⁴⁵

⁴⁴ LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE: The Last Planner Production System Workbook. S. 40ff.

⁴⁵ LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE: The Last Planner Production System Workbook. S. 22

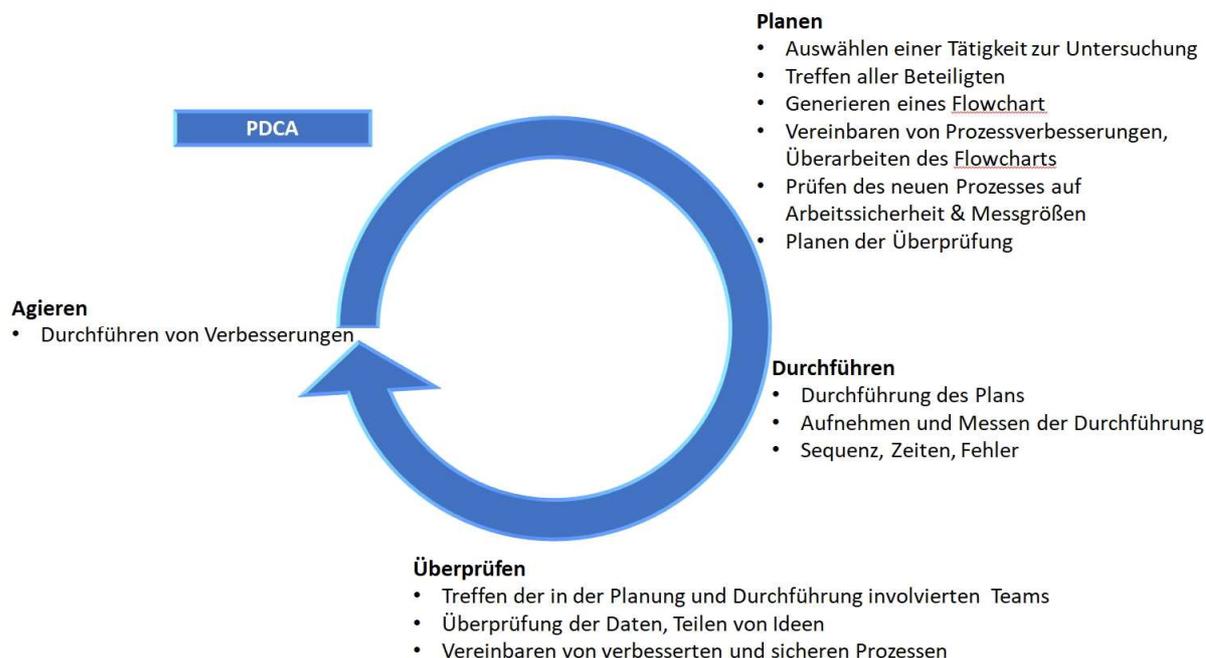


Abbildung 8 Spezifischer PDCA Zyklus von First Run Studies

Mit First Run Studies werden erfolgskritische Prozessschritte einer noch genaueren Prüfung unterzogen. Fehler und Verzögerungen sollen durch frühzeitige Untersuchung schnell bekannt werden, um Fehler oder Verzögerungen frühzeitig erkennen zu können und eine Reaktion möglich ist bevor diese den Erfolg des Projekts beeinflussen.

3.3.3 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Während LEAN Thinking noch eine abstrakte und allgemeine Betrachtungsweise ist, bezieht sich LEAN Construction bereits auf die speziellen Eigenheiten und Randbedingungen des Bauwesens. Einzelne Methoden und Ansätze für ein effizientes, verschwendungsfreies Bauen sind dabei teilweise schon hunderte oder tausende Jahre alt und wurden von Personen aus Gründen der Vereinfachung und Beschleunigung von Bautätigkeiten verwendet. Deswegen verwenden zahlreiche Planungs- und Bauunternehmen, die sich noch nie mit LEAN Thinking oder Construction auseinandergesetzt haben, auch Systeme die teilweise Konzepte von LEAN Construction beinhalten. Der Unterschied zwischen diesen Systemen und der Einführung von Werkzeugen und Methoden des LEAN Construction ist, dass LEAN Construction eine vollständige Analyse aller Prozesse eines Unternehmens betrachtet. Es ist nicht nur zur Steigerung der Effizienz eines Teilablaufs gedacht, sondern soll das Gesamtsystem optimieren. Deswegen gleichen sich zwei LEAN Systeme nie, denn es geht der Einführung eines LEAN Systems immer die Analyse des betrachteten Unternehmens voraus. Die Abläufe und Prozesse des Unternehmens müssen dafür zu allererst erkannt und analysiert

werden. Nach der Analyse werden gesamtoptimierte Prozesse unter Einbindung aller betroffenen Mitarbeiter erarbeitet. Die Mitarbeitereinbindung gilt hierzu nicht nur der Erhöhung der Akzeptanz des LEAN Systems, sondern um ein möglichst breites Fachwissen von den Prozessschritten des Unternehmens zu erhalten. Denn die Mitarbeiter führen die Prozessschritte täglich durch und verfügen über die größte Expertise in diesen Gebieten.

In diesem Kapitel wurden besonders zwei Methoden von LEAN Construction hervorgehoben. Einerseits die Taktplanung und -steuerung, andererseits das LPS. Obwohl diese Ansätze getrennt voneinander behandelt werden, widersprechen sie sich nicht vollständig. Generell wird Taktung eher für sich wiederholende Prozessschritte verwendet, während das LPS flexibler bei unterschiedlichen Vorgängen und Tätigkeiten eingesetzt werden kann. Eine Kombination von beiden Systemen in einem LEAN System ist allerdings sinnvoll, da fast jedes Projekt sich aus sich wiederholenden und einzigartigen Prozessschritten zusammensetzt.

4 Klassischer Planungsprozess

Da LEAN Thinking ein philosophischer Ansatz zur Problemlösung ist und daraus durch bauspezifisches LEAN Management erst konkrete Methoden und Werkzeuge für das Bauwesen ableitbar sind, muss der Einführung eines LEAN System stets eine Analyse des bisherigen Prozesses vorausgehen. Daher wird im folgenden Kapitel auf den Status Quo des Bauplanungsprozesses eingegangen, um ein einheitliches Verständnis zu schaffen.

4.1 Die drei Zielgrößen des Bauprojektmanagements

Zum erfolgreichen Abschluss eines Projekts nennt das klassische Bauprojektmanagement die drei Zielgrößen: Zeit, Kosten und Leistung. Es wird auch umgangssprachlich als „das magische Dreieck des Bauprojektmanagements“ beschrieben. Vor Projekt wird das Projektziel, also welche Leistung am Ende erreicht werden soll, der Zeitraum bzw. der Termin, wann es beendet werden soll und der Aufwand, der maximal verwendet werden darf, definiert.

Traditionell stellen diese drei Größen alle Erfolgsfaktoren, wie auch die Steuerungs- und Risikoparameter dar. Je eher das Ergebnis mit den ursprünglich definierten Parametern übereinstimmt, desto erfolgreicher gilt das Projekt. Um ein Projekt in seiner Gesamtheit besser abbilden zu können, wurden in den letzten Jahren zusätzliche Zielgrößen wie Stakeholder-Zufriedenheit, Qualität, Risiko und Nutzen eingeführt. Auch die Einführung einer weiteren Dimension im Sinne der Nachhaltigkeit und ethischen Kriterien wurde diskutiert.⁴⁶

⁴⁶ <https://www.projektmagazin.de/glossarterm/magisches-dreieck>. Datum des Zugriffs: 27.11.2018

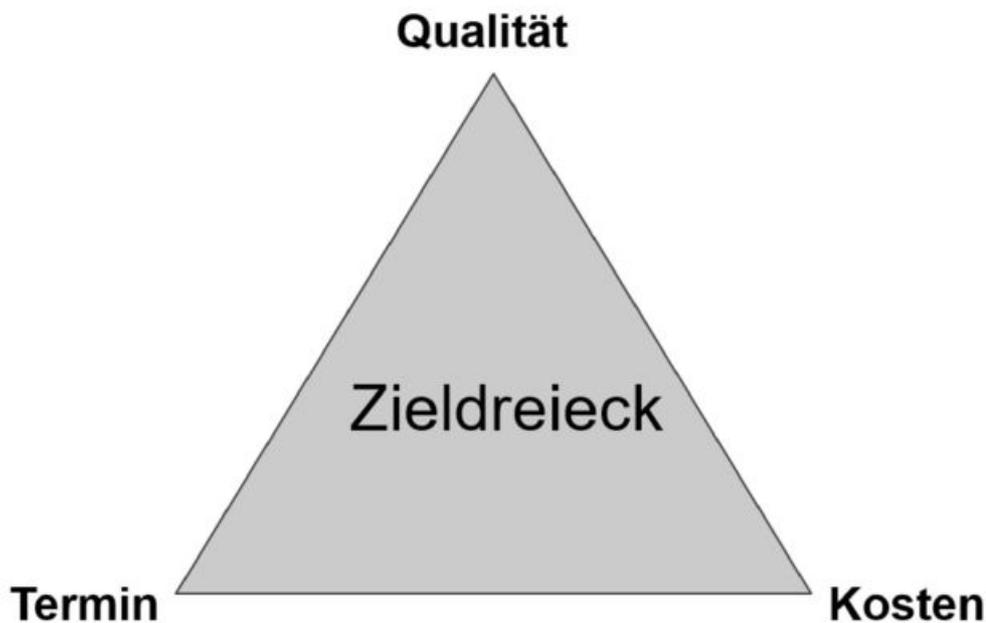


Abbildung 9 "Magisches Dreieck" des Bauprojektmanagements⁴⁷

Wie in Abbildung 9 zu sehen ist, soll das Dreieck veranschaulichen, dass eine Änderung einer Dimension des Dreiecks direkt mit Änderungen anderer Dimensionen zusammenhängt, da die Fläche des Dreiecks konstant ist.

Problematisch ist diese Betrachtung insofern, dass die Zielgrößen erst endgültig bei Projektabschluss oder bei Überschreitung der ursprünglich geplanten Kosten und Zeit erkennbar sind. Daher ist eine frühzeitige Steuerung anhand dieser Parameter nicht möglich, da sie in frühen Projektphasen noch gar nicht ersichtlich sind. Verglichen mit dem TFV-Modell von Koskela (siehe 3.2) beschränken sich diese klassischen Zielgrößen ausschließlich auf die Perspektive der Transformation und gehen nicht auf den Prozess und den Wert für den Kunden ein. Eine Verbesserung im Projekt ist daher nicht möglich, sondern erreichte oder nicht-erreichte Ziele können erst retrospektiv betrachtet und auf zukünftige Projekte angewandt werden.

⁴⁷ <https://slideplayer.org/slide/12522278/75/images/62/Das+magische+Dreieck%3A+Qualit%C3%A4t+%E2%80%93+Zeit++Termin.jpg>. Datum des Zugriffs: 16.05.2019

4.2 Leistungsphasen der Planung

Die Planung ist ein Entscheidungsfindungsprozess um die Merkmale eines Bauwerks festzulegen, die die Anforderungen des Bauherren zu erfüllen haben. Der klassische Planungsprozess ist sehr ergebnisorientiert, das ist in den Leistungsphasen ersichtlich, welche Ziele in jeder Planungsphase zu erreichen sind, definiert. Es sollen in der Planung ab Formulierung der Projektidee zunehmend genauere Merkmale des Bauwerks festgelegt werden. Die ist sowohl für den, in der Planung stetig steigenden Informationsgehalt wie auch für zunehmend genauere Visualisierungen gültig.⁴⁸

Die Grundleistungsphasen der Planung sind (siehe Abbildung 10):

1. Grundlagenermittlung
2. Vorplanung (Vorentwurf)
3. Entwurfsplanung (Entwurf)
4. Bewilligungsplanung(Einreichung)
5. Ausführungsplanung
6. Vorbereitung der Vergabe
7. Mitwirkung bei der Vergabe⁴⁹

LPH	LEISTUNGSPHASEN DER PLANUNG	Individueller Aufteilungs-schlüssel	erfahrungsgemäßer Aufteilungs-schlüssel
LPH 1	Grundlagenermittlung Ermittlung bzw. Erhebung der Voraussetzungen, Vorgaben und Grundlagen zur Klärung der Aufgabenstellung		2-4 %
LPH 2	Vorplanung (Vorentwurf) Erarbeitung und Darstellung der grundsätzlichen Lösung		13-17 %
LPH 3	Entwurfsplanung (Entwurf) Erarbeitung und Darstellung der endgültigen Lösung		18-22 %
LPH 4	Bewilligungsplanung (Einreichung) Erarbeitung der Unterlagen für die erforderlichen Bewilligungen		6-10 %
LPH 5	Ausführungsplanung Erarbeitung und Darstellung der ausführungsfähigen Lösung		32-36 %
LPH 6	Vorbereitung der Vergabe Ermittlung der Mengen und Erstellung der Ausschreibungen		10-14 %
LPH 7	Mitwirkung bei der Vergabe Prüfung der Angebote sowie Mitwirkung bei der Auftragsvergabe		6-10 %
	GESAMTE PLANUNGSGRUNDLEISTUNGEN	100 %	100 %

Abbildung 10 Leistungsphasen der Planung⁵⁰

⁴⁸ WALL, J.: Lebenszyklusorientierte Modellierung von Planungs-, Ausschreibungs- und Vergabeprozessen. Dissertation. S. 49f.

⁴⁹ WKO ÖSTERREICH: Leistungsbild Innenarchitektur. https://www.wko.at/branchen/w/information-consulting/ingenieurbueros/lb_ia.pdf. Datum des Zugriffs: 27.04.2019

⁵⁰ WKO ÖSTERREICH: Leistungsbild Innenarchitektur. https://www.wko.at/branchen/w/information-consulting/ingenieurbueros/lb_ia.pdf. Datum des Zugriffs: 27.04.2019

Es ist anzumerken, dass die Planung der Schlüsselgewerke Architektur (bzw. Objektplanung), Tragwerksplanung und Technische Gebäudeausrüstung in dieser Arbeit betrachtet werden. Auf weitere Gewerke wird aus Veranschauungsgründen nicht eingegangen. Als ständig fortlaufende Tätigkeit sind die Planungsergebnisse über alle Planungsphasen hinweg von allen Planungsgewerken zusammenzufassen, zu erläutern und zu dokumentieren.

4.2.1 Grundlagenermittlung

Die erste Leistungsphase der Planung nach den Leistungsmodellen der österreichischen Bundeskammer der Ziviltechniker ist die Grundlagenermittlung bzw. -analyse. Ziel ist Ermittlung und Erhebung der Voraussetzung des Projekts und eine grundsätzliche Klärung der Vorgaben und Grundlagen der Aufgabenstellung. Im Weiteren wird auf die Grundlagen der bereits erwähnten Schlüsselgewerke eingegangen.⁵¹

4.2.1.1 Architektur in der Grundlagenermittlung

Das Gewerk Architektur hat nach der Analyse der Projektgrundlagen die Aufgabenstellung hinsichtlich der Bedarfsplanung des Auftraggebers zu ermitteln. Weiters ist eine Ortsbesichtigung vorzunehmen, Beratungen zum gesamten Leistungs- und Untersuchungsbedarf haben zu erfolgen und Entscheidungshilfen zur Auswahl weiterer Projektbeteiligter sind zu formulieren.⁵²

4.2.1.2 Tragwerksplanung in der Grundlagenermittlung

Die Tragwerksplanung erarbeitet in Abstimmung mit der Architektur ebenfalls die notwendigen Grundlagen und die Aufgabenstellung aus der Bedarfsplanung des Auftraggebers. Ebenfalls sind die Planungsgrundlagen und -absichten zusammenzustellen, welche die Aufgabenstellung beeinflussen.⁵³

⁵¹ WKO ÖSTERREICH: Leistungsbild Innenarchitektur. https://www.wko.at/branchen/w/information-consulting/ingenieurbueros/lb_ia.pdf. Datum des Zugriffs: 27.04.2019

⁵² LECHNER, H.: Leistungsmodell Objektplanung – Architektur. https://www.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure/LM_VM_2014/lm_objektplanung.pdf. Datum des Zugriffs: 11.12.2018

⁵³ LECHNER, H.: Leistungsmodell Tragwerksplanung. https://www.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure/LM_VM_2014/lm_objektplanung.pdf. Datum des Zugriffs: 11.12.2018

4.2.1.3 Technische Gebäudeausrüstung in der Grundlagenermittlung

Die Planung der TGA muss auch in Abstimmung mit dem Gewerk Architektur die grundsätzliche Aufgabenstellung auf den Grundlagen der Angaben des Auftraggebers klären. Daraufhin sind die Planungsrandbedingungen festzustellen und eine Beratung hinsichtlich des Leistungsbedarfs und der technischen Erschließung hat zu erfolgen.⁵⁴

Zu beachten ist, dass laut dem Leistungsmodell die Abstimmung ausschließlich über die Planung der Architektur erfolgt. Ein gemeinsamer Austausch über das Projekt ist ebenso wenig vorgesehen, wie die direkte Kommunikation zwischen der Planung der TGA und der Tragwerksplanung.

4.2.2 Vorplanung

Die zweite Leistungsphase der Planung ist die Vorplanung bzw. der Vorentwurf. In dieser Phase gilt es die grundsätzliche Lösung der Aufgabenstellung durch die Planungsgewerke zu erarbeiten und darzustellen.⁵⁵

4.2.2.1 Architektur in der Vorplanung

In dieser Leistungsphase hat das Gewerk der Architektur die gesamtheitlichen Aufgaben der Abstimmung aller Leistungen mit allen anderen Planungsbeteiligten und der Definition der Zielvorstellungen und eventuellen Zielkonflikten des Projekts. Auch die Klärung der wesentlichen, projektspezifischen Zusammenhänge, Vorgaben und Bedingungen (z.B. In städtebaulichen, funktionalen, technischen, wirtschaftlichen, ökologischen Fragen), sowie die Vorverhandlungen bezüglich der Genehmigung und die Kosten- und Termschätzung inklusive Vergleich mit den monetären und zeitlichen Randbedingungen des Bauherren erfolgt durch dieses Planungsgewerk. Die Ergebnisse dieser Leistungen sind von der Architektur an alle weiteren Planungsbeteiligten weiterzugeben, sowie deren Leistungsergebnisse zu koordinieren und in die Arbeitsergebnisse zu integrieren.

Fachspezifisch ist der Vorentwurf zu erarbeiten und in Form von Zeichnungen im Maßstab 1:200 darzustellen. Das umfasst auch den Prozess-

⁵⁴ LECHNER, H.: Leistungsmodell Technische Ausrüstung. https://www.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure/LM_VM_2014/lm_technische_ausruestung.pdf. Datum des Zugriffs: 11.12.2018

⁵⁵ WKO ÖSTERREICH: Leistungsbild Innenarchitektur. https://www.wko.at/branchen/w/information consulting/ingenieurbueros/lb_ia.pdf. Datum des Zugriffs: 27.04.2019

schritt des Untersuchens, Darstellens und Bewertens von verschiedenen, anforderungsgerechten Varianten.⁵⁶

Auffällig ist, dass der Architekturplanung zahlreiche allgemeine Projektaufgaben und Abstimmungsaufgaben zugeteilt sind, welche in enger Kooperation mit anderen Gewerken zu erledigen sind. Nach den Leistungsmodellen ist auch dieses Gewerk die wesentliche Schnitt- und Leitstelle für die interne Kommunikation zwischen den Planungsbeteiligten und die externe Kommunikation zu den weiteren Stakeholdern des Projekts. Durch diese Funktion als zentraler Ansprechpartner deckt sich die Verantwortungsfunktion zum Beispiel hinsichtlich Schätzung der Kosten oder des Termins nur teilweise mit der Kernkompetenz des Gewerks der Objektplanung.

4.2.2.2 Tragwerksplanung in der Vorplanung

Die Aufgaben der Tragwerksplanung in der Leistungsphase Vorentwurf umfassen die statisch-konstruktive Beratung in Hinsicht der Standsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Wirtschaftlichkeit und das Mitwirken bei der Erstellung Planungskonzept in Form der Klärung aller für das Tragwerk wesentlichen konstruktiven Angaben (z.B.: Dimensionierung, Baustoff, Herstellungsverfahren, etc.).

Im Bereich der allgemeinen Leistungen bezüglich der Vorverhandlung mit den Behörden und anderer relevanter Gruppen, der Kostenschätzung und der Terminplanung ist die Tragwerksplanung zur Mitwirkung verpflichtet.⁵⁷ Die endgültige Verantwortung für diese Leistungen liegt allerdings in der Sphäre der Objektplanung.

4.2.2.3 Technische Gebäudeausrüstung in der Vorplanung

Wie die beiden bereits erwähnten Gewerke führt die Planung der TGA die Erstellung eines fachspezifischen Planungskonzepts aus. Dabei werden maßgebliche Anlagen und Systeme vordimensioniert, verschiedene Varianten erarbeitet hinsichtlich der Nutzungsanforderungen und der Wirtschaftlichkeit, Darstellungen von exemplarischen oder maßgeblichen Details erstellt und wesentliche Bauangaben wie Raumbedarf, Schächte und Durchbrüche festgelegt. In dieser Leistungsphase muss auch ein Funktionsschema bzw. ein Prinzipschaltbild für jede Anlage aufgestellt werden. Das Gewerk der TGA ist in dieser Phase als einziges Schlüs-

⁵⁶ LECHNER, H.: Leistungsmodell Objektplanung – Architektur.
https://www.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure/LM_VM_2014/lm_objektplanung.pdf. Datum des Zugriffs: 11.12.2018

⁵⁷ LECHNER, H.: Leistungsmodell Tragwerksplanung.
https://www.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure/LM_VM_2014/lm_objektplanung.pdf. Datum des Zugriffs: 11.12.2018

selgewerk zur Definition von fachübergreifenden Prozessen und Schnittstellen verpflichtet, sowie zu einer TGA-internen Kostenschätzung auf 2.Ebene nach ÖNorm 1801-1 (Die Kostenschätzung der Architektur betrachtet die 1.Ebene). Die Vorverhandlung mit den Behörden bezüglich der Genehmigung der technischen Anlagen ist auch von diesem Gewerk auszuführen.

Weiters muss die TGA-Planung im Bereich der Abstimmung mit anderen Planungsbeteiligten, bei der Integration der technischen Anlagen und bei der Terminplanung mitwirken.⁵⁸

Im Vergleich zur Tragwerksplanung schreibt das Leistungsmodell Technische Ausrüstung eine hohe Selbstverantwortlichkeit in Hinsicht auf die eigenen Leistungen vor. Außerdem muss die TGA-Planung als einziges Schlüsselgewerk bereits Prozesse und Schnittstellen mit anderen Planungsbeteiligten definieren.

4.2.3 Entwurfsplanung

Die dritte Leistungsphase Entwurfsplanung baut auf der Vorplanung auf und entwickelt die bereits erstellte grundsätzliche Lösung zu einer endgültigen weiter.⁵⁹

4.2.3.1 Architektur in der Entwurfsplanung

Die primäre Aufgabe ist die Erarbeitung einer Entwurfsplanung unter Integration aller Planungen anderer relevante Gewerke. Diese fußt auf der bereits durchgeführten Vorplanung und konkretisiert und verfeinert die Planungsleistung, welche auch in einer ausformulierten Projektbeschreibung festgehalten wird. Die Entwurfsplanung der Architektur ist auch in Form einer Darstellung mit ausreichenden Umfang und Detaillierung inklusive Berücksichtigung aller Gewerke auszuarbeiten. Das umfasst im Normalfall Pläne im Maßstab 1:100, Grundrisse, Schnitte, Ansichten und Details. Die aktuellen Ergebnisse sind wie bereits in der Vorplanung an die Planungsbeteiligten weiterzuleiten und die Koordination und Integration für deren Leistungen sind vorzunehmen.

Die allgemeinen Projektleistungen werden ebenfalls in dieser Leistungsphase fortgeführt. So werden Verhandlungen bezüglich der Genehmigung geführt. Die Kostenberechnung nach ÖNorm B1801-1 wird durchgeführt und mit der Kostenschätzung der vorherigen Leistungsphase in

⁵⁸ LECHNER, H.: Leistungsmodell Technische Ausrüstung. https://www.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure/LM_VM_2014/lm_technische_ausruestung.pdf. Datum des Zugriffs: 11.12.2018

⁵⁹ WKO ÖSTERREICH: Leistungsbild Innenarchitektur. https://www.wko.at/branchen/w/information-consulting/ingenieurbueros/lb_ia.pdf. Datum des Zugriffs: 27.04.2019

Form einer Kostenkontrolle verglichen, sowie die vorhandenen Terminpläne fortgeschrieben.⁶⁰

Auch in der Entwurfsplanung bleibt die Objektplanung die für die Abstimmung und Koordinierung verantwortlich ist. Ein Spannungsfeld liegt auch im Bereich der Kostenberechnung und Terminplanung, da dieses Gewerk dafür die Verantwortung nach dem Leistungsmodell 2014 für beispielsweise die Tragwerksplanung hat und dementsprechend von Informationen dieser Gewerke abhängig ist.

4.2.3.2 Tragwerksplanung Architektur in der Entwurfsplanung

Die zentrale, fachspezifische Leistung der Tragwerksplanung in der Phase Entwurfsplanung ist die Erarbeitung der endgültigen Tragwerkslösung unter den Rahmenbedingungen der Fachplanung des Gewerks Architektur. Das Ergebnis dieses Prozessschrittes ist eine zeichnerische Darstellung des abgeschlossenen konstruktiven Entwurfs. Dafür muss die dementsprechende statische Berechnung und Bemessung der maßgeblichen Konstruktionselemente erfolgen, konstruktive Details und die Hauptabmessungen sind zu fixieren und die Materialmenge des zu verbauenden Materials (Holz, Betonstahl, Stahl) ist zu ermitteln.

Die Tragwerksplanung hat nach dem Leistungsmodell 2014 eng mit der Architekturplanung in Form einer Mitwirkung zu kooperieren. Diese Mitwirkung erfolgt in der Beschreibung des zu bauenden Objekts bzw. des Erläuterungsberichts, bei Verhandlungen bezüglich der Genehmigung mit Behörden oder anderen relevanten Parteien, bei der Kostenberechnung nach ÖNorm 1801-1 und der weiteren Terminplanung und dem Vergleich der Kostenberechnung mit der in der vorherigen Planungsleistungsphase durchgeführten Kostenschätzung.⁶¹

Wie bereits in der letzten Planungsphase ist die Tragwerksplanung zur engen Zusammenarbeit mit der Objektplanung in Themen der Genehmigungsfähigkeit, Kosten- und Terminplanung angehalten, ist aber nicht das letztverantwortliche Gewerk.

⁶⁰ LECHNER, H.: Leistungsmodell Objektplanung – Architektur.
https://www.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure/LM_VM_2014/lm_objektplanung.pdf. Datum des Zugriffs:
 11.12.2018

⁶¹ LECHNER, H.: Leistungsmodell Tragwerksplanung.
https://www.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure/LM_VM_2014/lm_objektplanung.pdf. Datum des Zugriffs:
 11.12.2018

4.2.3.3 Technische Gebäudeausrüstung Architektur in der Entwurfsplanung

Die TGA-Planung hat das Planungskonzept in Rücksichtnahme aller fachspezifischen Anforderungen soweit weiterzuentwickeln, dass der Entwurf als Grundlage für die folgenden Leistungsphasen dienen kann. Dies wird explizit als iterativer Vorgang ausgewiesen und muss unter Berücksichtigung der Architekturplanung geschehen. Dieser Entwurf umfasst die fixierten gebäudetechnischen Systeme und Anlagen, deren Bemessung inklusive einer zeichnerischen Darstellung und Abschätzung der jährlichen Bedarfswerte bzw. Betriebskosten und eine Auflistung aller Anlagen mit deren technischen Daten und Beschreibung der Nutzungsbedingungen.

Dieser Entwurf mit den Berechnungsergebnissen ist an alle davon betroffenen Planungsgewerke weiterzugeben, damit diese vorgeschriebene Nachweise durchführen können. Zusätzlich ist eine lebenszyklusorientierte Wirtschaftlichkeitsberechnung zu erstellen, Verhandlungen mit den Behörden und anderen relevanten Parteien sind zu halten, die Kostenberechnung nach ÖNorm B1801-1 auf 3.Ebene muss aufgestellt werden und diese mit der Kostenschätzung der Phase Vorplanung verglichen werden. Die TGA-Planung hat auch an der Fortschreibung des Terminplans mitzuwirken.⁶²

Die Planung der technischen Gebäudeausrüstung hat im Vergleich zur Tragwerks- und der Objektplanung einen hohen Grad an Autonomie. So ist sie bereits in den frühen Planungsphasen zu hoher Detailstufe im Leistungsmodell 2014 verpflichtet, aber ist nur im Bereich der Terminplanung explizit zur Mitwirkung und Koordination mit anderen Planungsbeteiligten angehalten.

4.2.4 Bewilligungsplanung (Einreichung)

In der vierten Planungsphase, der Bewilligungsplanung bzw. der Einreichung, werden jene Unterlagen erarbeitet, die zusätzlich zu den bereits erstellten Unterlagen für die behördlichen Bewilligungen zur Errichtung des Bauwerks notwendig sind.⁶³

⁶² LECHNER, H.: Leistungsmodell Technische Ausrüstung. https://www.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure/LM_VM_2014/lm_technische_ausruestung.pdf. Datum des Zugriffs: 11.12.2018

⁶³ WKO ÖSTERREICH: Leistungsbild Innenarchitektur. https://www.wko.at/branchen/w/information consulting/ingenieurbueros/lb_ia.pdf. Datum des Zugriffs: 27.04.2019

4.2.4.1 Architektur in der Bewilligungsplanung

In dieser Planungsphase muss das Gewerk Architektur die Vorlagen und Nachweise für die öffentlich-rechtliche Genehmigung und Anträge bezüglich Ausnahmen oder Befreiungen erarbeiten, zusammenstellen und bei den Behörden einreichen. Außerdem hat die Objektplanung die Verhandlungen in Berücksichtigung aller Beiträge der anderen Planungsbeteiligten mit den zuständigen Stellen zu führen. Falls gefordert sind die Planungsunterlagen, Beschreibungen und Berechnungen zu ergänzen bzw. zu adaptieren.⁶⁴

Die Leistungen dieser Phase fordern die Objektplanung, wie bereits in den ersten drei LPH's, zu einer engen Zusammenarbeit mit den anderen Planungsgewerken, aber auch dazu auf, zentral die Genehmigungsverhandlungen mit den Behörden zu führen.

4.2.4.2 Tragwerksplanung in der Bewilligungsplanung

Die Hauptaufgabe der Tragwerksplanung in dieser Leistungsphase ist die Aufbereitung der fachspezifischen Planungsunterlagen, sodass diese unter Rücksichtnahme der notwendigen bauphysikalischen Maßnahmen prüffähig sind. Die bauphysikalischen Anforderungen sind spätestens in dieser Phase mit dem statischen Berechnungen und Bemessungen in Übereinstimmung zu bringen. Dementsprechend müssen auch Positionspläne des Tragwerks inklusive Tragwerksabmessungen, Verkehrslasten, Angaben zur Art und Qualität der Baustoffe und Besonderheiten der Konstruktion erstellt werden. Alle notwendigen Unterlagen sind gemäß den Anforderungen der Behörden zusammenzustellen und einzureichen. Ebenso ist in den Verhandlungen mitzuwirken und im speziellen die bisherigen Planungen mit Prüferingenieuren bzw. -ämtern abzustimmen oder eine Eigenkontrolle durchzuführen. Falls notwendig, sind die eingereichten Pläne und Berechnungen zu überarbeiten bzw. zu ergänzen.⁶⁵

Die Rolle der Tragwerksplanung ändert sich in dieser Phase stark. So fordert das Leistungsmodell erstmals auch die eigenständige Erbringung nicht-fachspezifischer Leistungen durch dieses Gewerk und nicht nur das bloße Mitwirken in allgemeinen Prozessschritten. Das erfordert eine Koordinierung mit den Ergebnissen der Bauphysik und gegebenenfalls die Abstimmung mit behördlichen Prüfungsinstanzen.

⁶⁴ LECHNER, H.: Leistungsmodell Objektplanung – Architektur.
https://www.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure/LM_VM_2014/lm_objektplanung.pdf. Datum des Zugriffs:
 11.12.2018

⁶⁵ LECHNER, H.: Leistungsmodell Tragwerksplanung.
https://www.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure/LM_VM_2014/lm_objektplanung.pdf. Datum des Zugriffs:
 11.12.2018

4.2.4.3 Technische Gebäudeausrüstung in der Bewilligungsplanung

In dieser Phase gilt es für die Planung der technischen Gebäudeausrüstung die für die Genehmigung notwendigen Vorlagen inklusiver etwaiger Anträge auf Ausnahmen und Befreiungen zusammenzustellen und einzureichen. Außerdem ist in den behördlichen Verhandlungen zusammen mit anderen Planungsbeteiligten mitzuwirken. Wenn Änderungen vorzunehmen sind, müssen die Planungsunterlagen, Beschreibungen und Berechnungen an die Anforderungen angepasst werden.⁶⁶

Anzumerken ist, dass durch die großen Leistungsanforderungen in der vorherigen Leistungsphase die Planung der TGA nur mehr die Entwurfsplanung vervollständigt werden muss. Der Schwerpunkt der behördlichen Prüfung liegt in dieser Phase auf der Prüfung der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit des zu errichtenden Bauwerks.

4.2.5 Ausführungsplanung

Die üblicherweise umfangreichste Phase der Planung ist die Ausführungsplanung in der die Ausführungsreife und damit finale Planung zur Errichtung des Projekts erstellt wird.⁶⁷ Diese Phase überlappt oftmals mit dem Beginn der Ausführungsplanung.

4.2.5.1 Architektur in der Ausführungsplanung

Basis für die Ausführungsplanung sind die Ergebnisse der Leistungsphasen drei und vier. Daraus werden die für die Ausführung notwendigen zeichnerischen, rechnerischen und textlichen Angaben bis zur ausführungsfähigen Lösung ausgearbeitet. Die auszuführenden Ergebnisse sind in Ausführungs-, Detail- und Konstruktionsdarstellungen, üblicherweise im Maßstab zwischen 1:50 und 1:1, unter Berücksichtigung der Ergebnisse aller anderer Planungsbeteiligten zu überführen. Während dieser Phase sind die Arbeitsergebnisse laufend den anderen Planungsbeteiligten mitzuteilen und deren Ergebnisse haben wieder in die architektonische Lösung einzufließen.

Weiters sind die Terminpläne aus den vorhergegangenen Projektphasen fortzuschreiben und die Fertigstellungstermine der Pläne sind sowohl mit den Fachplanern wie auch mit den bauausführenden Gewerken abzu-

⁶⁶ LECHNER, H.: Leistungsmodell Technische Ausrüstung. https://www.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure/LM_VM_2014/lm_technische_ausruestung.pdf. Datum des Zugriffs: 11.12.2018

⁶⁷ WKO ÖSTERREICH: Leistungsbild Innenarchitektur. https://www.wko.at/branchen/w/information consulting/ingenieurbueros/lb_ia.pdf. Datum des Zugriffs: 27.04.2019

stimmen. Abschließend sind die Planungsunterlagen den ausführenden Unternehmen zu übermitteln und erläutern.⁶⁸

In dieser Phase übernimmt die Architekturplanung gemäß dem Leistungsmodell 2014 neben den fachlich spezifischen Aufgaben und der Koordination der Planungsgewerke, auch organisatorische Aufgaben in Bezug zur Planbereitstellung für die bauausführenden Unternehmen. Damit fällt hohe Verantwortlichkeit und Koordinierungsaufwand in den Bereich der Objektplanung, welche damit maßgeblich für die Einhaltung der Kosten- Termin- und Qualitätsziele ist. Diese Aufgaben liegen, jedoch nicht in der Kernkompetenz eines Architekten.

4.2.5.2 Tragwerksplanung in der Ausführungsplanung

Auch die Ausführungsplanung der Tragwerksplanung erfolgt auf den Grundlagen der LPH's drei und vier. Daraus ist eine ausführungsfähige Tragwerkslösung zu erarbeiten, welche die Angaben der Objektplanung und anderen Fachplanungen integriert. Auf Basis der Ausführungspläne der Architektur werden die Schalpläne und die zeichnerische Konstruktionsdarstellung wie z.B.: Bewehrungs-, Stahlbau- oder Holzkonstruktionspläne mit Leitdetails erstellt. Falls das zu planende Bauwerk auch Stahlbetonbau umfasst, sind zusätzlich Stahl- und Stücklisten der zeichnerischen Darstellung beizulegen, sowie die Stahlbetonmengen zu ermitteln.

Die Zusammenarbeit mit den Prüfinstanzen bzw. die Eigenkontrolle ist fortzusetzen und nach Abschluss dieser Vorgänge sind die Planungsunterlagen den bauausführenden Unternehmen zu übergeben.⁶⁹

Das organisatorische Prinzip der letzten Leistungsphasen wird fortgeführt. Die gesamte Planungscoordination wird weiterhin von der Objektplanung durchgeführt und die Tragwerksplanung hat dabei nur eine untergeordnete Rolle, ist jedoch auf die Einarbeitung aller Fachplanungsdisziplinen in die Darstellung durch die Architekturplanung angewiesen. In Hinsicht der Abstimmung mit den Prüfämtern bzw. der Prüfengeure hat das Gewerk die Verantwortung. Wie auch in dem Fall der Eigenkontrolle des statischen Systems. Die Verteilung der statischen Planungsunterlagen an die ausführenden Gewerke erfolgt ebenso durch die Tragwerksplanung.

⁶⁸ LECHNER, H.: Leistungsmodell Objektplanung – Architektur.
https://www.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure/LM_VM_2014/lm_objektplanung.pdf. Datum des Zugriffs: 11.12.2018

⁶⁹ LECHNER, H.: Leistungsmodell Tragwerksplanung.
https://www.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure/LM_VM_2014/lm_objektplanung.pdf. Datum des Zugriffs: 11.12.2018

4.2.5.3 Technische Gebäudeausrüstung in der Ausführungsplanung

Die Ausführungsplanung basiert wie auch in den zwei bereits betrachteten Gewerken auf den zwei vorangegangenen Leistungsphasen. Die TGA-Planung fertigt die ausführungsfähige Planung wie die Tragwerksplanung in Rücksichtnahme der Rahmenbedingungen der Objektplanung und der darin integrierten weiteren Fachplanungen an. Die bereits erstellten Bemessungen und Berechnungen werden auch in dieser Phase fortgeschrieben. Außerdem sind lage- und maßrichtige zeichnerische Darstellungen der zu verbauenden Anlagen und Ausführung-, Detail- und Konstruktionszeichnungen mit allen notwendigen technischen Ausführungen im Maßstab von 1:50 bis zu 1:1 zu erstellen. Die Funktions- und Strangschemata bzw. die Gebäudeautomations-Funktionslisten müssen in dieser Phase angepasst und detailliert und Schlitz- und Durchbruchpläne erzeugt werden.

Die TGA-Planung ist nach dem Leistungsmodell 2014 zur Koordination mit dem Objektplaner und allen anderen Fachplanern, zur Fortschreibung der Terminpläne und der Ausführungsplanung auf Stand der Objektplanung verpflichtet. Die Übergabe und Erklärung der Planungsunterlagen hat auch durch dieses Gewerk zu erfolgen.⁷⁰

Die in den vorherigen Planungsphasen gegebene hohe Autonomie der TGA-Planung wird nun durch eine enge Wechselwirkungs- und Koordinationspflicht mit allen anderen Planungsbeteiligten, aber besonders der Objektplanung substituiert. Dabei ist sie auf den ausführungsfähigen Plan der Architektur angewiesen und soll die gebäudetechnischen Anlagen darin einplanen. Die Verteilung der Planungsunterlagen ist wie bei den anderen beiden betrachteten Gewerken auch eine autonome Aufgabe der TGA-Planung.

4.2.6 Vorbereitung und Mitwirkung im Bereich Vergabe

Die letzten beiden Leistungsphasen werden aufgrund des starken Ineinandergreifens in diesem Unterkapitel behandelt. In der Vorbereitung der Vergabe finden die Mengenermittlung und die Erstellung der Ausschreibungen der ausführenden Gewerke statt. In der Vergabe werden die eingetroffenen Angebote geprüft, sowie die Expertise für Vergabeentscheidung eingeholt.⁷¹

⁷⁰ LECHNER, H.: Leistungsmodell Technische Ausrüstung. https://www.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure/LM_VM_2014/lm_technische_ausruestung.pdf. Datum des Zugriffs: 11.12.2018

⁷¹ WKO ÖSTERREICH: Leistungsbild Innenarchitektur. https://www.wko.at/branchen/w/information consulting/ingenieurbueros/lb_ia.pdf. Datum des Zugriffs: 27.04.2019

4.2.6.1 Architektur in der Vergabe

In der Vergabephase sind zuerst ein Vergabeterminplan, sowie Vertragstermine und Kontrolltermine der Leistungsverzeichnisse zu definieren. Daraufhin ist die Leistungsbeschreibung zu erstellen, bestehend aus Leistungsverzeichnissen unterteilt in Leistungsbereiche. Dafür sind auf Basis der Ausführungsplanung die Mengen aller Leistungsbereiche unter Verwendung der Unterlagen aller Planungsbeteiligten zu ermitteln. Falls notwendig sind auch Zusatz- und Nachtrags-Leistungsverzeichnisse aufzustellen bzw. dementsprechende Angebote fachlich und sachlich zu prüfen. Die Koordinierung und Abstimmung bezüglich der Schnittstellen zu den anderen Fachplanern obliegt auch der Objektplanung. In der Vorbereitung der Vergabe sind schlussendlich noch die Kosten der Positionen in den Leistungsverzeichnissen (Kostenvoranschlag) zu ermitteln und diese sind in Form einer Kostenkontrolle mit der Kostenberechnung gegenüberzustellen.

In der Vergabe muss das Gewerk der Architekturplanung die Vergaben der Fachplaner koordinieren und die Angebote entweder direkt einholen oder dabei mitwirken. Die erhaltenen Angebote sind zu prüfen und zu werten, speziell im Bereich von zusätzlichen oder abgeänderten Positionen. Ebenfalls muss ein Preisspiegel, in dem Einzelpositionen miteinander verglichen werden um die Vergleichbarkeit der Angebote zu gewährleisten, aufgesetzt werden. Im Falle von Unklarheiten ist auch in Bietergesprächen mitzuwirken. Die Preise der Angebote sind mit denen der von den Fachplanern veranschlagten Preisen bzw. der Kostenberechnung zu vergleichen und die Vergabevorschläge sind abzugeben. Am Ende der Vergabe muss das Gewerk Architektur noch an der Auftragserteilung mitwirken und die Vertragsunterlagen den jeweiligen Unternehmen übermitteln.⁷²

Die Objektplanung leistet in dieser Leistungsphase der Planung hauptsächlich organisatorische Aufgaben. Insbesondere im Bereich der Koordination und Erstellung aller Leistungsverzeichnisse, wie auch in der Prüfungsphase der Angebote ist eine enge Mitarbeit der anderen Fachplaner notwendig, da diese Bereiche außerhalb der üblichen Kernkompetenz eines Objektplaners liegen.

4.2.6.2 Tragwerksplanung in der Vergabe

Die Tragwerksplanung hat nach Leistungsmodell 2014 in der Vorbereitung der Ausschreibung die Aufgabe der Ermittlung der Betonstahlmenge im Stahlbetonbau, der Stahlmenge im Stahlbau und der Holzmenge

⁷² LECHNER, H.: Leistungsmodell Objektplanung – Architektur.
https://www.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure/LM_VM_2014/lm_objektplanung.pdf. Datum des Zugriffs:
 11.12.2018

im Ingenieurholzbau basierend auf den Unterlagen der Ausführungsplanung. Die Ergebnisse daraus sind dem Objektplaner bekanntzugeben. Im Stahlbau und Ingenieurholzbau sind überschlagsmäßig die Mengen an konstruktiven Stahlteilen bzw. Verbindungs- und Befestigungsmittel anzugeben. Außerdem hat die Tragwerksplanung bei der Erstellung der Leistungsbeschreibung des Tragwerks ergänzend zur Mengenermittlung mitzuwirken. Während der Vergabe hat die Tragwerksplanung keine verpflichtenden Aufgaben.⁷³

In der Vergabephase hat die Tragwerksplanung ein beschränktes Aufgabefeld, da dieses Gewerk ausschließlich die bereits erstellte Ausführungsplanung mit der Mengenermittlung bzw. genaueren Ausarbeitung von Schlüsselstellen des Tragwerks beschäftigt ist. In der Erstellung der fachspezifischen Leistungsbeschreibung ist die Tragwerksplanung nicht letztverantwortlich, sondern nur zur Mitwirkung verpflichtet.

4.2.6.3 Technische Gebäudeausrüstung in der Vergabe

In den beiden Leistungsphasen der Vergabe muss die Planung der technischen Gebäudeausstattung zunächst auf Grundlage der Standardregelwerke eine Leistungsbeschreibung inklusive der Leistungsverzeichnisse getrennt in die Leistungsbereiche verfassen. Diese beinhaltet auch Wartungsleistungen, die in der Betriebsphase erfolgen. In Abstimmung mit den beteiligten Fachplanern sind die Mengen für die Ausschreibung beruhend auf der Ausführungsplanung festzustellen. Nachtrags- und Zusatz-Leistungsverzeichnisse sind im Bedarfsfall anzufertigen bzw. fachlich zu prüfen. In Wechselwirkung mit der Objektplanung ist bei der Koordination der Schnittstellen der Planungsbeteiligten in der Leistungsbeschreibung mitzuwirken. Die Leistungsverzeichnisse sind durch die TGA-Planung zu bepreisen (Kostenvoranschlag) und mit der Kostenberechnung gegenüberzustellen.

Während der Vergabe hat das Gewerk Technische Gebäudeausrüstung zunächst Angebote einzuholen. Diese sind nach dem Eintreffen zu prüfen und zu werten, insbesondere etwaige abgeänderte oder zusätzliche Leistungen der bauausführenden Gewerke in Hinsicht auf die Angemessenheit des Preises. Einzelne Leistungen sind in Form eines Preisspiegels gegenüberzustellen. Falls Unklarheiten im Angebot festgestellt werden, ist auch bei Bietergesprächen mitzuwirken. Außerdem sind die in der Planung angesetzten Kosten mit den eingeholten Angebotspreisen zu vergleichen und die Vergabevorschläge sind bekanntzumachen. Am Ende der Vergabephase hat die TGA-Planung noch die Aufgabe bei

⁷³ LECHNER, H.: Leistungsmodell Tragwerksplanung.
https://www.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure/LM_VM_2014/lm_objektplanung.pdf. Datum des Zugriffs:
 11.12.2018

den Auftragsentscheidungen mitzuwirken und die Vertragsunterlagen an die relevanten Unternehmen zu übermitteln.⁷⁴

Auffällig sind die Parallelitäten der Leistungen der Gewerke Technische Gebäudeausrüstung und Architektur. Obwohl die letztendliche Verantwortlichkeit im Bereich der Ausschreibung und Vergabe in der Objektplanung liegt, agiert die TGA-Planung in dieser Phase weitestgehend selbständig und ohne verpflichtende Koordination mit der Architekturplanung. Auch dieses Gewerk ist auf die enge, obwohl nicht immer in den Grundleistungen der Leistungsmodelle 2014 festgelegte, Mitwirkung von anderen Fachplanern angewiesen.

4.2.7 Zusammenfassung des klassischen Planungsprozesses

Die genaue Betrachtung des Bauplanungsprozesses nach Leistungsmodell 2014 der drei Gewerke sieht eine sehr umfangreiche und genaue fachliche Planung aller Beteiligten vor. Werden jedoch organisatorische Prozesse betrachtet, zeigt sich, dass Objekt-, Tragwerks- und TGA-Planung nicht abgestimmt aufeinander arbeiten. Das erste Prinzip von LEAN Thinking sieht vor, dass der Wertstrom, also der Planungsprozess betrachtet wird. Ziel ist es die wertschöpfenden und nichtwertschöpfenden Tätigkeiten zu identifizieren. Die beschriebenen fachspezifischen Prozessschritte werden als wertschöpfend betrachtet. Organisatorische Tätigkeiten fügen dem Produkt Planung zwar keinen Wert hinzu, sind allerdings notwendig um die wertschöpfenden Prozessschritte durchführen zu können. Daher sollte die Organisation des Prozesses so effizient wie möglich sein. Deshalb werden die betrachteten Prozessschritte im folgenden Unterkapitel in dieser Hinsicht analysiert.

4.3 Analyse des Planungsprozesses

In dem vorangegangenen Unterkapitel dieses Kapitels wurden die Grundleistungen der Schlüsselgewerke der Planung hinsichtlich der Leistungsphasen beleuchtet. Die drei dabei betrachteten Gewerke treten in unterschiedlichen, jedoch stark miteinander vernetzten, teilweise hierarchischen Rollen auf. Trotz der zahlreichen Abhängigkeiten in der Planung zwischen den drei Schlüsselgewerken der Planung ist ein gemeinsam koordiniertes Vorgehen in der Planung nicht Teil der Leistungsbilder der Gewerke. Ein Umstand der auf die traditionelle Art von Vergaben in Form der Beauftragung von einzelnen Planungsbüros ohne weitere Ko-

⁷⁴ LECHNER, H.: Leistungsmodell Technische Ausrüstung.
https://www.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure/LM_VM_2014/lm_technische_ausruestung.pdf. Datum des Zugriffs: 11.12.2018

ordinierungspflicht zurückzuführen ist. In den folgenden Unterkapiteln wird der Planungsprozess der Gewerke analysiert.

4.3.1 Analyse der Architektur

Der Aufgabenbereich der Architektur lässt sich in zwei Hauptbereiche unterteilen. Einerseits muss sich das Gewerk der fachspezifischen Objektplanung widmen. Andererseits leistet das Gewerk der Architektur einen Großteil der Organisations- und Koordinierungsaufgaben.

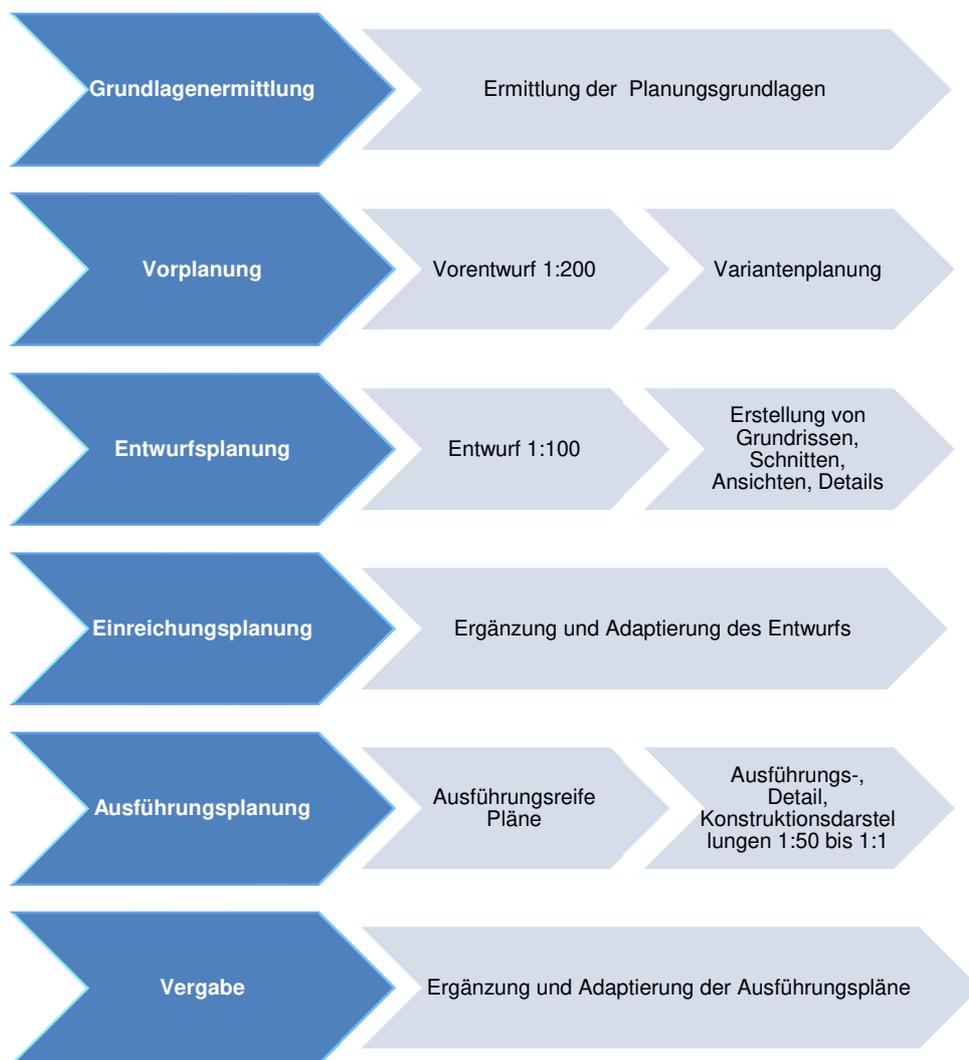


Abbildung 11 Fachspezifischer Planungsprozess der Architektur

Der Planungsprozess der fachspezifischen Prozessschritte (siehe Abbildung 11) stellt die Kernkompetenz der Objektplanung dar. Obwohl diese Vorgänge in Abstimmung mit allen Planungsbeteiligten zu erfolgen haben, müssen die Prozessschritte der Modellierung eines Bauwerks stets durch dieses Gewerk erfolgen.

Die organisatorischen und koordinierenden Leistungen sind wie folgt auf die Leistungsphasen aufgeteilt (siehe Abbildung 12).

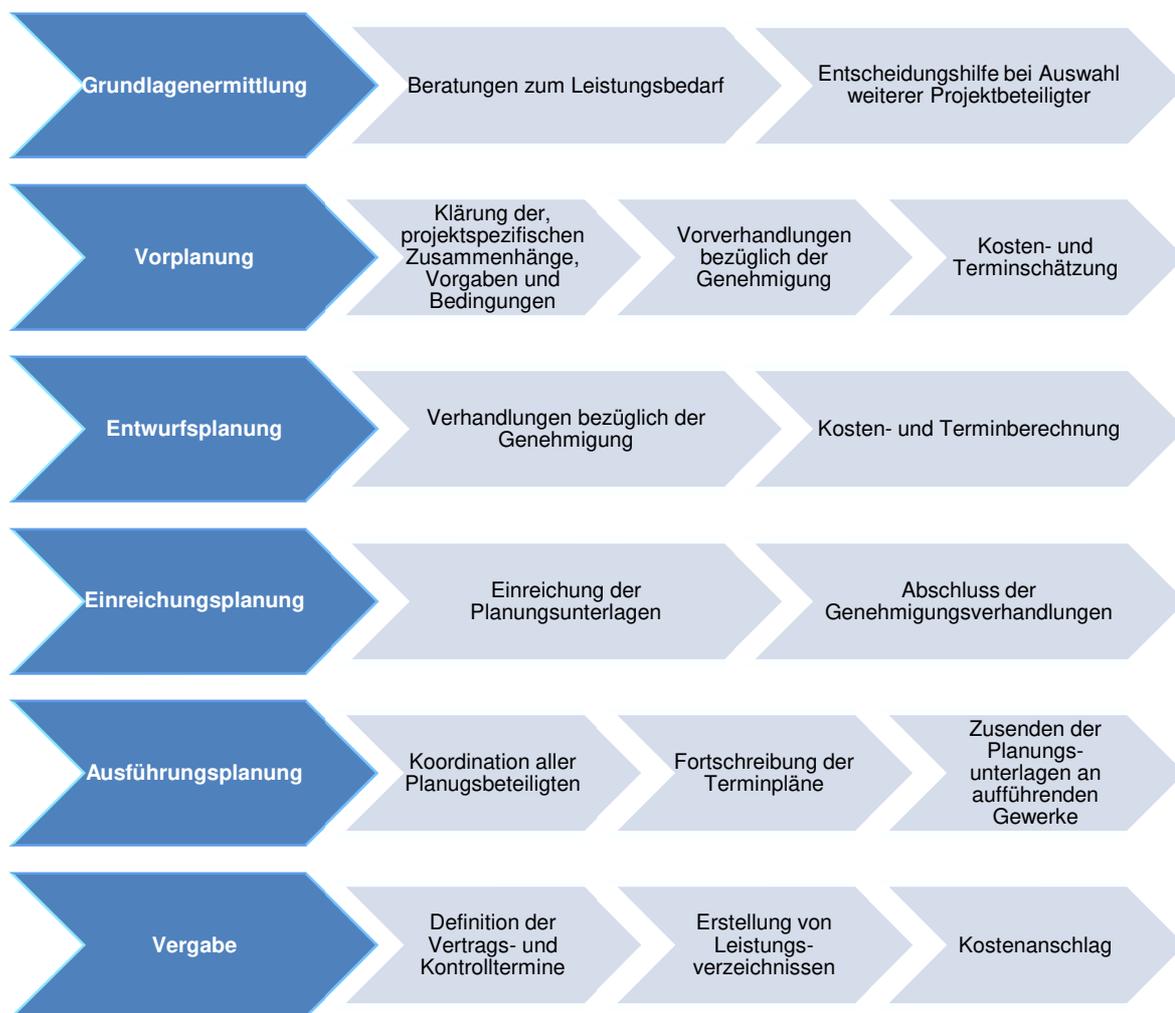


Abbildung 12 Organisations- und Koordinierungsaufgaben der Architektur

Wie bereits im letzten Unterkapitel erwähnt, ist die Objektplanung für einen erheblichen Teil der Grundleistungen im Bereich Koordination und Organisation zuständig. Da diese Grundleistungen alle Planungsbeteiligten betreffen und ein gemeinsames Verständnis für das Projekt herrschen sollte, ist diese einseitige Verteilung der Verantwortung kritisch zu hinterfragen.

4.3.2 Analyse der Tragwerksplanung

Die Hauptaufgabe der Tragwerksplanung nach dem Leistungsmodell 2014 ist die fachspezifische Planung der Statik (siehe Abbildung 13).

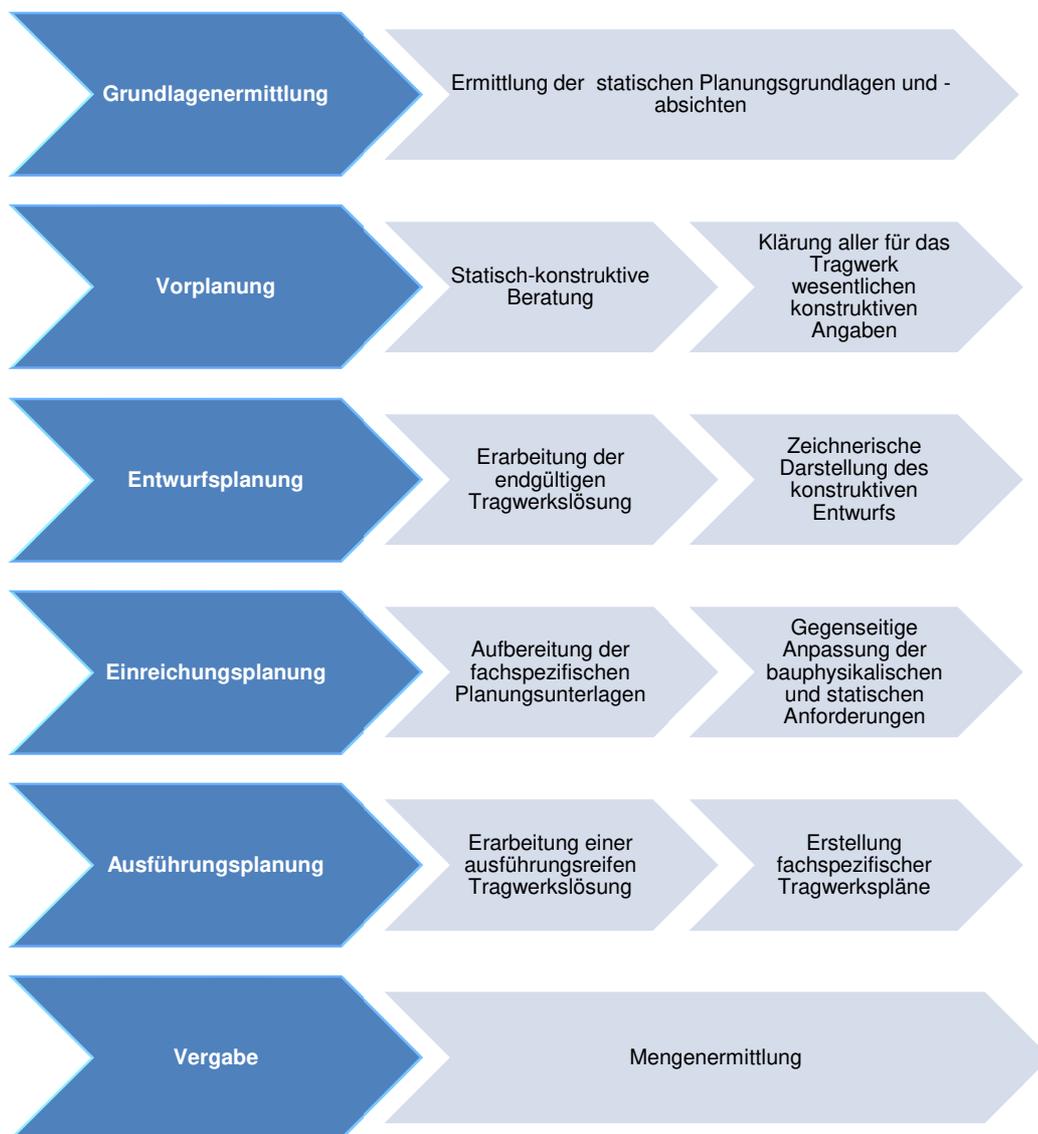


Abbildung 13 Fachspezifischer Planungsprozess der Tragwerksplanung

Das Gewerk Tragwerksplanung hat im Gegensatz zur Objektplanung kaum Aufgaben im Bereich Organisation und Koordination, sondern ist hauptsächlich nur zur Mitwirkung verpflichtet. Ausnahme davon ist die Koordination der bauphysikalischen Planungsvorgänge in der Entwurfsplanung. Da die Tragwerksplanung in Wechselwirkung zu beinahe allen anderen Planungsbeteiligten steht, würden direkte Koordinierungs- und Kommunikationstätigkeiten den Planungserfolg begünstigen.

4.3.3 Analyse der Technischen Gebäudeausrüstung

Die Grundleistungen der Planung der Technischen Gebäudeausrüstung sind wie in der Tragwerksplanung in organisatorische und fachspezifi-

sche Leistungen unterteilt. Die fachspezifischen Aufgaben sind in Abbildung 14 ersichtlich.

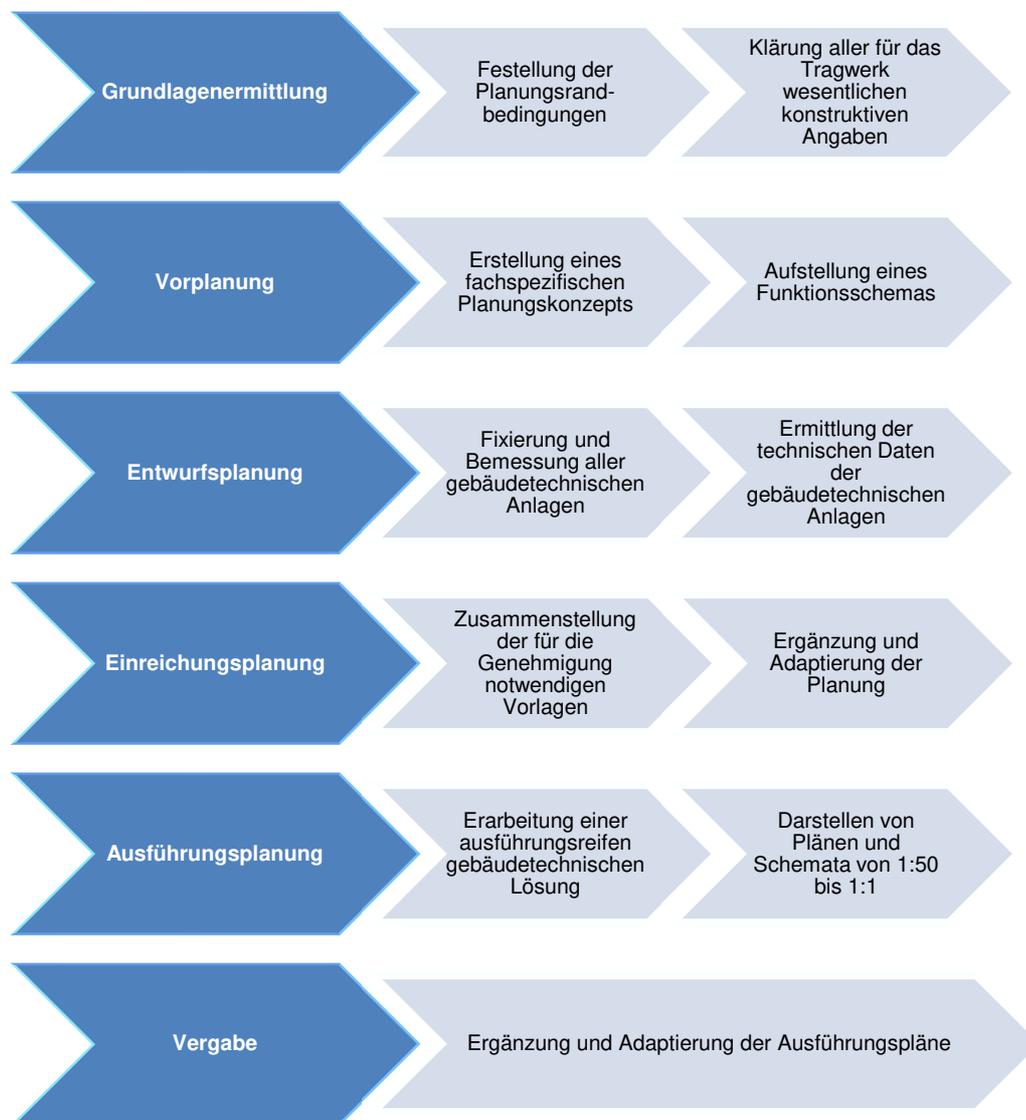


Abbildung 14 Fachspezifischer Planungsprozess der Technischen Gebäudeausrüstung

Die Fachplanung der Technischen Gebäudeausrüstung erfolgt im weitesten autonomen. Das Leistungsmodell 2014 erwähnt mehrere Male, dass sich das Gewerk Technische Gebäudeausrüstung an den Unterlagen der anderen beiden Schlüsselgewerke orientieren zu hat.

Des Weiteren hat die Technische Gebäudeausrüstung eine hohe Parallelität der Grundleistungen im Bereich Koordination und Organisation (siehe Abbildung 15).

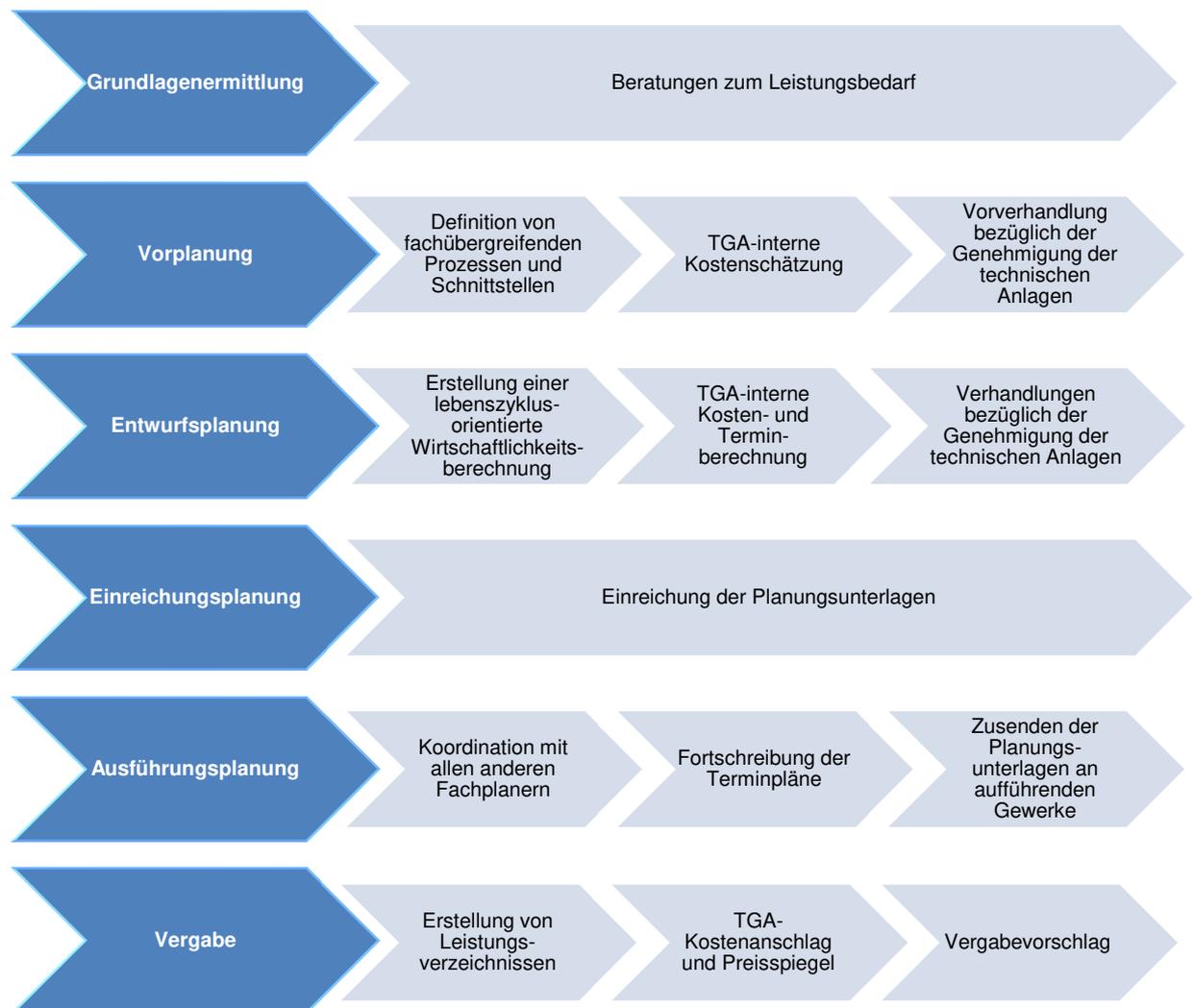


Abbildung 15 Organisations- und Koordinierungsaufgaben der Technischen Gebäudeausrüstung

Wie schon mehrmals im vorherigen Unterkapitel erwähnt wurde, besitzen die Objektplanung und die Planung der technischen Gebäudeausrüstung eine erstaunliche Parallelität in den meisten nicht-fachspezifischen Grundleistungen. Teilweise ist die TGA-Planung ausschließlich zur Mitwirkung verpflichtet und teilweise übernimmt die essentielle Aufgabe der Projektorganisation wie z.B. die Definition fachübergreifender Schnittstellen und Prozessen. Die Aufgabenverteilung des Leistungsmodells 2014 zwischen Objektplanung und TGA-Planung ist im Bereich der Organisation und Koordination oft unpräzise formuliert.

4.3.4 Gesamtanalyse des traditionellen Planungsprozesses

Der Planungsprozess nach dem Leistungsmodell 2014 ist ein Hybrid zwischen einer zentralen Bündelung aller Organisations- und Koordinationsverantwortung in einem Gewerk und der Aufteilung dieser Grundaufgabe auf zwei Schlüsselgewerke. Das Leistungsmodell spiegelt damit einerseits den Ansatz der traditionellen Objektplanung wieder, dass nicht alle Gewerke gemeinsam zu planen beginnen, sondern dass der Bauherr zuerst die Architektur, dann die Tragwerksplanung und zuletzt die TGA-Planung beauftragt (siehe Abbildung 16).

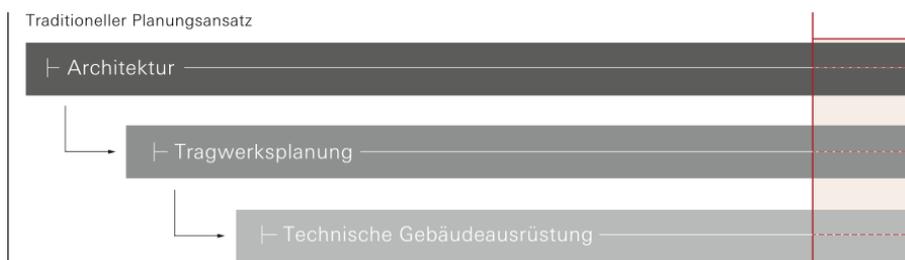


Abbildung 16 Beauftragungsansatz der traditionellen Planung⁷⁵

Andererseits muss die Technische Gebäudeausrüstung während der Planung selbst hohe Organisations- und Koordinierungsaufgaben wahrnehmen, obwohl diese Aufgaben eigentlich in der Aufgabensphäre der Architektur liegen. Dieser Ansatz widerspricht sich selbst und spiegelt nicht die Realität wider, dass tatsächliche Organisation und Koordination zwar eine letztverantwortliche Person benötigt, jedoch alle Planungs-beteiligte zusammen diese Verantwortung tragen. Die bewusste oder unbewusste Unterlassung der Weitergabe notwendiger Information durch Planungs-beteiligte an andere betroffene Gewerke kann den Projekterfolg gefährden. Falls die alleinige Koordination aller Informationen durch eine Stelle oder ein Gewerk, wie der Objektplanung, erfolgt, muss dieses Gewerk ein globales Fachwissen über alle projektrelevanten Fachdisziplinen besitzen. Besonders bei aufwendigen und komplexen Planungen übersteigt die große Menge an Planungs-details in den einzelnen Fachdisziplinen, das Fachwissen einzelner Stellen und Gewerke. Damit ist eine effiziente Zusammenarbeit ein wesentlicher Faktor des Projekterfolgs.

Diese Organisationsstruktur verbunden mit dem Push-Prinzip (siehe 2.3.2.2) führt nach Nesensohn zu vier Hauptproblemen in der traditionellen Planung:

- „In Planungsteams gibt es Schwierigkeiten bei der Schnittstellenorganisation und Übergabe der verschiedenen ‚Arbeitspakete‘.“

⁷⁵ https://www.atp.ag/fileadmin/user_upload/uploads/leistungen/IntegralPlanenKosten sparen.png. Datum des Zugriffs: 09.03.2019

- Basierend auf den traditionellen Vertragsstrukturen entstehen Silodenken und –handeln zwischen den einzelnen Fachplanern.
- Es findet kein reger Ideenaustausch statt, stattdessen ist jeder auf den eigenen Vorteil aus. Konkret: Bemerkt jemand Fehler bei einer Projektpartei, werden diese zunächst meist nicht mitgeteilt und erst in letzter Sekunde werden passende Lösungen angeboten.
- Das führt zu einer schlechten Atmosphäre, wenig Vertrauen zwischen den Beteiligten sowie einer geringen Produktivität.⁷⁶

Probleme dieser Art sind im traditionellen Planungsansatz immanent, nicht aus mangelnder Fähigkeiten und Kompetenz der Planungsbeteiligten, sondern durch Aufteilung, eigentlich gemeinschaftlich zu erledigender Aufgaben auf Einzelgewerke.

Planen ist ein iterativer Prozess. Das Aussehen, die technischen Details und die Erstellung eines Bauwerks sind nicht von Beginn an festgelegt, sondern sind immer mit einer genauer werdenden Variantenbildung verbunden. Ein iterativer Prozess ist allerdings auch mit Kosten verbunden, da immer wieder Adaptierungen und Verfeinerungen an bereits geplanten Teilen des Bauwerks vorgenommen werden müssen. Ziel ist es die Iterationsschritte möglichst niedrig zu halten, d.h. Tätigkeiten möglichst bald, möglichst akkurat durchzuführen. Mit jedem nicht nötigem Iterationsschritt steigen die Planungsschritte deutlich an. Um das zu ermöglichen, müssen sich alle Planungsbeteiligten bewusst sein, in welcher Phase welcher andere Planungsbeteiligte welche Informationen benötigt. Der Prozess der Planung muss daher bekannt und eine offene Kommunikation zwischen allen Planungsbeteiligten möglich sein. Ansonsten wird das „Silodenken“ einzelner Fachplaner gefördert und die Effizienz der Planung gemindert.⁷⁷

Der Ansatz des Leistungsmodells 2014 weist keine einheitliche Richtlinie im Bereich der Projektorganisation auf, sondern widerspricht sich im Bereich einiger Zuständigkeiten sogar. Orientiert sich Projektleitung an diesem Organisationsmodell, führt das Modell an sich bereits zu Produktivitätsverlusten, unabhängig von der Fachkompetenz der Planungsgewerke. Dementsprechend muss ein integrierter Planungsansatz einen Prozess und damit eine Projektorganisation die Kommunikationshürden zwischen allen Beteiligten verringert und das gemeinsame Verständnis erhöht welche Schritte notwendig sind um die Planung erfolgreich zu vollenden. LEAN Construction hat verschiedene Methoden zur gemeinschaftlichen Abwicklung der Bauausführung entwickelt. Bevor ein Ansatz

⁷⁶ FIEDLER; MARTIN: Lean Construction. S. 327

⁷⁷ FIEDLER; MARTIN: Lean Construction. S. 328

zur integrierten Planung – ein LEAN Design-Ansatz – innerhalb dieser Masterarbeit entworfen wird, wird zuerst im nächsten Kapitel ein mögliches System des LEAN Construction betrachtet.

5 Anwendungsmodell von LEAN Construction in der Bauausführung

Im folgenden Kapitel wird beispielhaft gezeigt wie LEAN Construction in der Ausführung eines Bauwerks durchgeführt werden kann. Die Methoden und Werkzeuge, die dabei angewendet werden, stützen sich auf die 5+1 Schlüsselgespräche, auf die bereits eingegangen wurde (siehe 3.3.2) Obwohl sich diese Gespräche auf das LPS beziehen, werden im folgenden Kapitel auch Aspekte anderer Ansätze des LEAN Construction verwendet. Zusätzlich ist festzuhalten, dass LEAN Thinking viele Methoden und Werkzeuge im Bauwesen zulässt und die hier dargestellte Betrachtungsweise nur ein möglicher Ansatz im Bereich des Hochbaus ist.

5.1 Baustart

Es wird von der Annahme ausgegangen, dass bei Baustart die Vergabe abgeschlossen und damit alle Baubeteiligten bekannt sind. Weiters gilt die Annahme, dass die Planungsphase des Projekts abgeschlossen ist bzw. keine Überlappung zwischen Planung und Bauausführung stattfindet. Bevor die erste Phase des Projektes beginnt ist es von Wichtigkeit alle Beteiligten auf denselben Wissensstand zu bringen. Eine Möglichkeit dabei ist die Abhaltung eines Workshops oder eines Kick-Off-Meetings, das vor allem das Verständnis in drei Bereiche fördern soll:

- Verständnis als Projektteam
- Verständnis für das Projekt
- Verständnis für LEAN Construction

5.1.1 Verständnis als Projektteam

Eine Besonderheit des Bauwesens im Vergleich mit anderen Wirtschaftszweigen ist die hohe Anzahl der Unternehmen die an der Fertigstellung eines Bauprojekts beteiligt sind. Das ist auf die hohe Komplexität und dadurch Interdisziplinarität von Bauvorhaben zurückzuführen. Aufgrund von üblicherweise kleinstrukturierten Betrieben im Bauneben-gewerbe arbeitet zumeist kein ganzes Projektteam nach Abschluss eines Bauwerks wieder zusammen. Eine Konsequenz daraus ist, dass üblicherweise kein Gemeinschaftsgeist in einem Projekt entsteht. Da einerseits das Team nach Abschluss aufgelöst wird und damit nur von kurzer Dauer ist. Andererseits gibt es normalerweise keinen monetär messbaren, gemeinsamen Projekterfolg. Finanzieller Erfolg wird oft auf Kosten anderer Projektbeteiligter erwirtschaftet. Ein Anreiz zum erfolgreichen Projektabschluss als Gemeinschaft fehlt.

Um gute Kommunikation zu ermöglichen und damit eine höhere Chance auf Erfolg im Projekt herbeiführen zu können, ist ein Verständnis als Projektteam von hoher Wichtigkeit. Wie im Buch „Die Projekt-Methode“ beschrieben⁷⁸, müssen dazu Projektmitglieder lernen wie sie ihre Kompetenzen, Arbeitsweisen und Persönlichkeiten kombinieren können um in der Gemeinschaft Aufgaben effizient lösen und Probleme bewältigen zu können. Die lösungsorientierten Fähigkeiten werden durch Zusammenarbeit gefordert und gefördert.

Dies ist insbesondere erforderlich, da durch die Neuheit dieses Anwendungsmodells nur wenige im Bereich des Bauwesens damit vertraut sind. Die Förderung von teambildenden Maßnahmen ist ebenfalls notwendig, da mit hoher Wahrscheinlichkeit die Projektbeteiligten in der jeweiligen Zusammensetzung noch nie miteinander zusammengearbeitet haben. Um die Grundlage eines Teambewusstseins zu schaffen und es allen Beteiligten zu ermöglichen ihrer Rolle im Projekt bewusst zu werden wird eine Simulation, die unter anderem diese Aspekte fördern soll, vor Beginn durchgeführt.⁷⁹

Es wird hier auf die Masterarbeit „Entwicklung und Implementierung eines betriebsinternen, simulationsunterstützten LEAN Construction Schulungskonzepts“ und auf das Masterprojekt „Einbringung eines LEAN Design Konzepts in eine bestehende LEAN Construction Schulung“ verwiesen, die eine mögliche Simulation darstellen.

Die Simulation ist dabei in verschiedene Rollen eingeteilt, die sowohl den tatsächlichen Rollen in einem Bauverlauf entsprechen sollen, als auch die Projektbeteiligten bewusst in drei verschiedene Rollentypen gliedern, die besonders effektiv und motivierend miteinander arbeiten:

- Handlungsorientierte Rollen wie Umsetzer und Perfektionisten
- Kommunikationsorientierte Rollen wie Koordinatoren und Teamspieler
- Wissensorientierte Rollen wie Erfinder und Beobachter

Nach Abschluss der Simulation wird über Feedback erfragt, ob die Rollen in der Simulation auch den tatsächlichen Rollentypen entsprochen haben.⁸⁰

Der Projekterfolg wird in der Simulation bewusst als Teamleistung gemessen um die Einzelperspektive in den Hintergrund treten zu lassen und das gemeinsame Ergebnis in den Vordergrund zu stellen.

⁷⁸ In diesem Buch wird eine effiziente Teambildung von Studienanfängern beschrieben. Dieselbe Methodik wird in diesem Unterkapitel auf nicht LEAN-erfahrene Projektbeteiligte angewandt.

⁷⁹ MAUERHOFER, G.; GUTSCHE, C.: Bauunternehmensführung 2018. S. 117f.

⁸⁰ HOLZBAUR, U. et al.: Die Projekt-Methode. S. 105 f.

5.1.2 Verständnis für das Projekt

Lauri Koskela, der Erfinder des LEAN Management, definierte sieben notwendige Hauptflüsse, die am Arbeitsplatz vorherrschen müssen um Tätigkeiten beginnen und abschließen zu können.⁸¹

- „Sicherer Arbeitsraum, um sicher arbeiten zu können
- Vorarbeiten, die abgeschlossen sind
- Ressourcen mit der Kapazität und der Fähigkeit, die Tätigkeiten in der vereinbarten Zeit auszuführen
- Informationen, Zeichnungen und Bedingungen, die zum Erfolg und Ausführen der Tätigkeiten benötigt werden
- Werkzeuge und Geräte, die notwendig sind
- Materialien und Montageteile, die am Arbeitsplatz vorhanden sind
- die richtigen äußeren Bedingungen⁸²

Diese Hauptflüsse wurden als nicht ausreichend betrachtet und um einen weiteren, dem gemeinsamen Projektverständnis, ergänzt. Ein gemeinsames Verständnis ist deswegen von hoher Wichtigkeit, da bei jeder Übergabe eines Arbeitsbereichs von einem bauausführenden Gewerk zum nächsten eine Kontrolle erfolgt. Findet das nachfolgende Gewerk, der Generalunternehmer oder ein Vertreter des Bauherren den Arbeitsbereich in einem nicht-erwünschten Zustand, entsteht ein Produktivitätsverlust, da Nacharbeiten notwendig werden um den erwünschten Zustand herzustellen. Das Resultat daraus sind Terminverzögerungen und erhöhte Kosten.⁸³

Daher muss ab dem Projektstart damit begonnen werden ein gemeinsames Projektverständnis aufzubauen. Denn nur durch gemeinsam definierte Standards kann das einzelne Gewerk wissen, welche Anforderung das darauffolgende Gewerk und damit ihr Kunde benötigt. Ein vollständiges Verständnis für das Projekt zu dem betrachteten Zeitpunkt ist selbstverständlich nicht möglich, da kein Beteiligter ein vollständiges Projektverständnis besitzen kann. Aber es gilt relevante Informationen sobald als möglich allen Baubeteiligten zukommen zu lassen.

⁸¹ MOSSMAN, A.: Last Planner® 5+1 wichtige kooperative Gespräche für eine zuverlässige Planungs- und Bauausführung S. 28

⁸² MOSSMAN, A.: Last Planner® 5+1 wichtige kooperative Gespräche für eine zuverlässige Planungs- und Bauausführung S. 25

⁸³ MOSSMAN, A.: Last Planner® 5+1 wichtige kooperative Gespräche für eine zuverlässige Planungs- und Bauausführung S. 28

5.1.3 Verständnis für LEAN Construction

Bereits die beiden zuvor erwähnten Verständnisbereiche sind für eine Baustelle, die mit einer Methodik von LEAN Construction erfolgt unbedingt notwendig. Allerdings muss auch ein Verständnis für die Methodik des LEAN Construction an sich durch die ausführenden Gewerke entwickelt werden.

Dazu wird die bereits erwähnte Simulation (siehe 5.1.1) angewandt. Mögliche vorgefertigte Simulationen sind von spezialisierten Firmen erwerbbar oder können durch den Generalunternehmer selbst entwickelt und angepasst werden. Wichtig ist, dass die Simulation in der gleichen Methodik abgehalten wird wie die spätere Baustelle. Besonders in der Anfangsphase ist es von hoher Wichtigkeit, dass die implementierende Stelle, zumeist der Generalunternehmer, hohe Entschlossenheit demonstriert LEAN Management in dem Projekt anzuwenden. Aber auch alle ausführenden Gewerke sollten stark in den Prozess eingebunden um gleichzeitig eine Bottom-Up und eine Top-Down Implementierung von LEAN Management auf der Baustelle zu ermöglichen. Da der Prozess durch und an beide Seiten angepasst wird, soll die Implementierung von LEAN Construction eher als Kompromiss beider Seiten als eine einseitige Verpflichtung für die ausführenden Gewerke verstanden werden. Ziel ist es, dass die einzelnen Ausführungsbeteiligten so agieren als wären sie ein einziges, integriertes Projektteam, damit projektrelevante Informationen und Kommunikation möglichst ungehindert zwischen ihnen fließen können.

Zentraler Ort des Treffens und der Kommunikation im Projekt bildet der „Big Room“ in dem alle aktuellen und relevanten Informationen für das Bauwerk zusammenlaufen (siehe Abbildung 17).⁸⁴

⁸⁴ FIEDLER; MARTIN: Lean Construction. S. 334

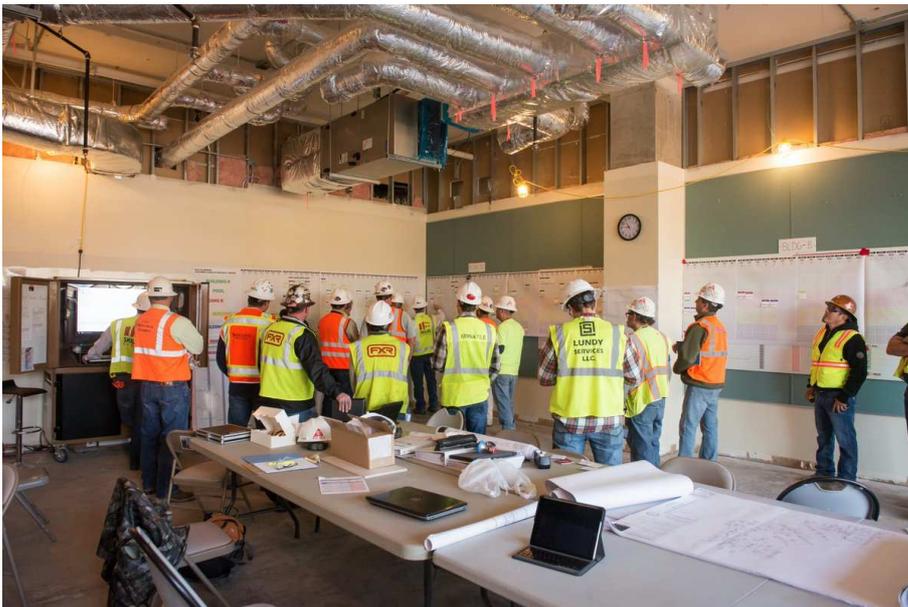


Abbildung 17 Big Room⁸⁵

Das Konzept des „Big Room“ umfasst neben dem zentralen Projektraum weitere wichtige Grundsätze:

- Eine Visualisierung aller relevanten Informationen des Bauablaufs durch Haftnotizen, Whiteboards, etc.
- Die Kommunikation soll so einfach und so verständlich wie möglich erfolgen.
- Der Produktionsplan und der Projektfortschritt sollen für alle Beteiligten schnell erkenntlich sein.
- Durch Kennzahlen oder Key Performance Indicators(KPI) soll der Projektfortschritt, die Fehlerquoten und –quellen, sowie das Einhalten von Zusagen möglichst objektiv und ersichtlich dargestellt werden.
- Ein gegenseitiges Beschuldigen und Bloßstellen ist untersagt.
- Die Erarbeitung von Ansätzen und Lösungen erfolgt kollaborativ und interdisziplinär.
- Das LEAN Construction Konzept ist nicht starr, sondern passt sich dem Bauprojekt und dem Projektteam an.

Dieses Konzept wird allen Beteiligten bereits während der Simulation von LEAN Construction vorgestellt. Es soll das Teambewusstsein fördern und „Silodenken“⁸⁵ reduzieren. Durch das regelmäßige Tref-

⁸⁵ https://www.leanconstruction.org/wp-content/uploads/2017/04/Skiles_big-room.jpg. Datum des Zugriffs: 02.04.2019

fen soll Kommunikation möglichst offen und direkt ohne Ausschluss anderer Projektbeteiligter erfolgen können.⁸⁶

5.2 Schematische kooperative Phasen-Terminplanung

Nach Einleitung des Projekts muss ein erstmaliger Überblick über die notwendigen Schritte und Tätigkeiten erfolgen, um das Projekt erfolgreich abschließen zu können. Deswegen wird mit der Gesamtprozessanalyse, kurz GPA, ein Überblick über die zu erledigenden Tätigkeiten geschaffen (siehe Abbildung 18). Das entspricht dem ersten Schritt des bereits erwähnten Schlüsselgesprächs der kooperativen Phasen-Terminplanung (siehe 3.3.2.1). Da dort allerdings noch Prozessdauern definiert werden, wird dieser Teilschritt des ersten Schlüsselgesprächs als schematische kooperative Phasen-Terminplanung bezeichnet.

Diese erste Betrachtung des Bauprozesses soll die großen Vorgänge und Prozessschritte darstellen und in die richtige Reihenfolge bringen, die notwendig sind, um die Erstellung des Bauwerks zu ermöglichen.



Abbildung 18 Visualisierte Gesamtprozessanalyse⁸⁷

Die Betrachtungsebene in dieser Phase ist dabei bewusst wenig detailliert. Ausschließlich die wichtigsten Meilensteine und Prozessschritte sollten durch diese Analyse abgebildet werden. Dabei ist nur die Reihenfolge der Prozessschritte und nicht deren jeweilige Dauer von Bedeutung. Diese Analyse soll den Baubeteiligten die Abhängigkeiten der selbstdurchgeführten Prozessschritte mit fremddurchgeführten Prozessschritten verdeutlichen, da fast jeder Prozessschritt oder Meilenstein

⁸⁶ FIEDLER; MARTIN: Lean Construction. S. 335

⁸⁷ GERMAN LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE: Lean Construction - Methoden und Begriffe. <https://www.glci.de/sites/default/files/2018/Publikationen/GLCI-Lean-Construction-Begriffe-und-Methoden.pdf>. Datum des Zugriffs: 02.04.2019

einen Input benötigt bzw. einen Output liefert. Schon in dieser Analyse werden bekannte und projektrelevante Informationen wie limitierende Projektfaktoren, kritische Transportwege, besondere Gerätschaften oder Werkzeuge, Materialbedarf, kritische Prozessschritte und mögliche Hindernisse durch die durchführenden Gewerke definiert. Durch die Visualisierung sollen erfolgskritische Schnittstellen im Projekt erkannt und die Vorgangsweise mit den Prozesseignern geklärt werden. Die Visualisierung soll den Projektbeteiligten sowohl einen Überblick über die zu erfolgenden Aufwand liefern, als auch das gemeinsame Projektverständnis und ein Bewusstsein der Bedeutung der selbstdurchgeführten Prozessschritte für den Erfolg anderer Gewerke und des Gesamterfolg des Projekts fördern.⁸⁸

5.3 Zeitorientierte kooperative Phasen-Terminplanung

Der Ausgangspunkt der nächsten Analyse in diesem Anwendungsmodell von LEAN Construction ist die Gesamtprozessanalyse. Aus deren Prozessfolge werden die notwendigen Vorgänge für die nächsten drei bis zwölf Monate in einer Prozessreihenfolge und den jeweiligen Vorgangsdauern erarbeitet. Diese Phase ist als Weiterführung des Schlüsselgesprächs der Kooperativen Phasen-Terminplanung (siehe 3.3.2.1) mit der Einbringung von konkreten Vorgangsdauern zu sehen.

5.3.1 Meilenstein- und Phasenplan

Der Meilenstein- und Phasenplan, kurz MPP, ist die Visualisierung dieser Analyse (siehe Abbildung 19). Wie im LEAN Construction üblich erfolgt die Erstellung des MPP in einer Pullplanung, d.h. dass ausgehend vom gesetzten Ziel der Planung zu den Projektanfängen geplant wird und daher auf dem MPP von rechts nach links geplant wird. Jeder Vorgang beginnt und endet mit einem Meilenstein, auch Meilensteine während der Vorgangsdauer sind möglich. Ausgehend von diesem Meilensteinen und Vorgängen können rückwärts Schritt für Schritt alle Termine hergeleitet werden. Die minimale Vorgangsdauer in dieser Analyse ist eine Woche, d.h. dass alle Vorgangsdauern in volle Wochen eingeteilt werden, auch wenn die tatsächlich geplante Vorgangsdauer dem nicht entspricht.⁸⁹

In dieser Betrachtungsweise soll die GPA auf eine detailliertere und einfacher anwendbare Ebene umgeformt werden. Diese Darstellung zeigt

⁸⁸ GERMAN LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE: Lean Construction - Methoden und Begriffe. <https://www.glci.de/sites/default/files/2018/Publikationen/GLCI-Lean-Construction-Begriffe-und-Methoden.pdf>. Datum des Zugriffs: 02.04.2019

⁸⁹ FIEDLER; MARTIN: Lean Construction. S. 336

den Projektbeteiligten in welcher Woche welches Gewerk welchen Vorgang starten, durchführen und abschließen soll. Im MPP werden auch erstmals den Vorgängen konkrete Ortsangaben in Form von Baulosen zugeteilt. Entscheidend für den Erfolg dieses Anwendungsmodells und des gesamten Projekts ist das Verständnis des MPP und der darin visualisierten Prozessschritte und Vorgänge. Anders als die GPA wird der MPP auch wöchentlich aktualisiert und an den tatsächlichen Baufortschritt angepasst. Daher ist, anders als auf klassischen Bauzeitplänen stets eine aktuelle Visualisierung des geplanten Bauablaufs auf der Baustelle vorhanden und einsehbar.⁹⁰

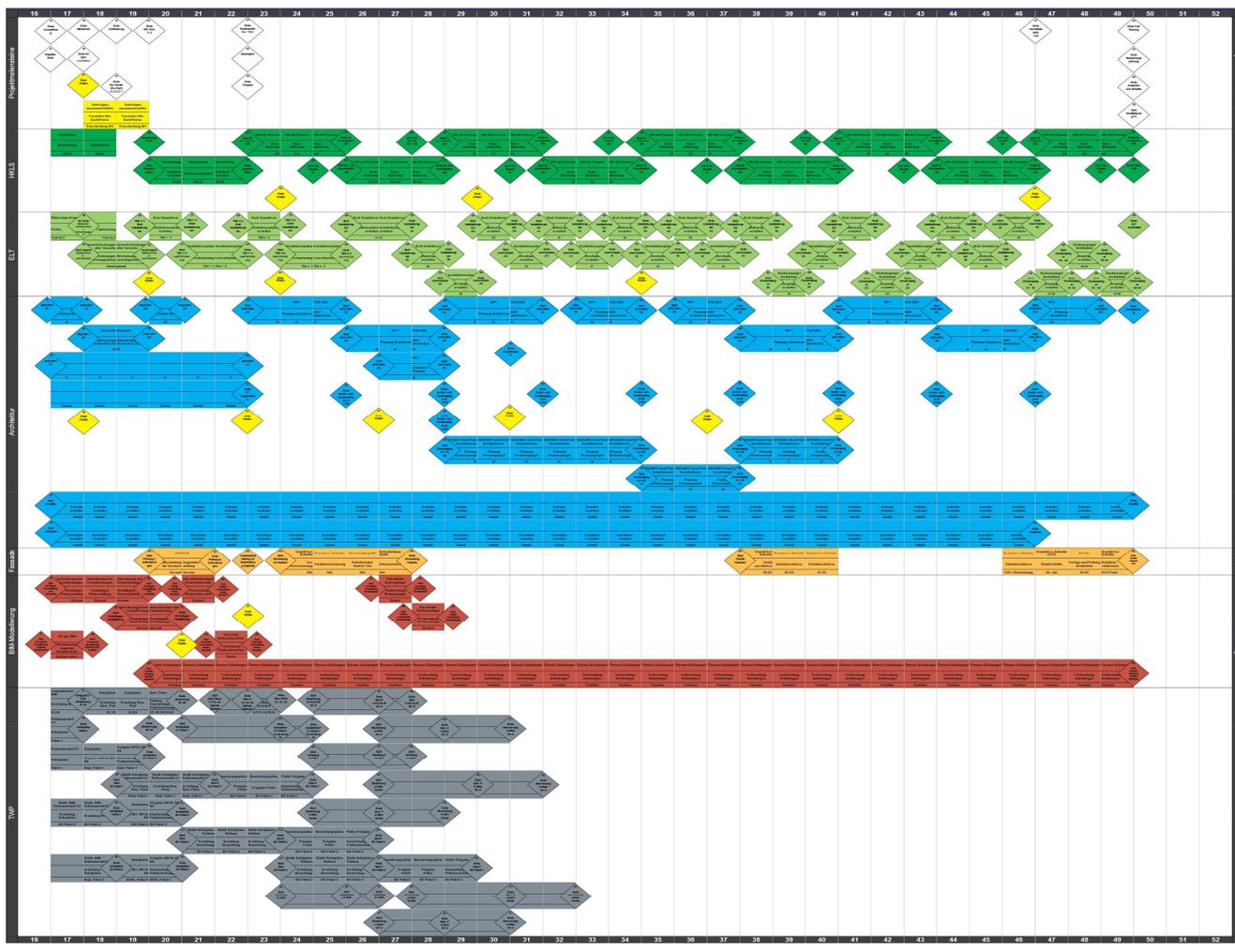


Abbildung 19 Beispielhafter Meilenstein- und Phasenplan⁹¹

⁹⁰ GERMAN LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE: Lean Construction - Methoden und Begriffe. <https://www.glci.de/sites/default/files/2018/Publikationen/GLCI-Lean-Construction-Begriffe-und-Methoden.pdf>. Datum des Zugriffs: 02.04.2019

⁹¹ GERMAN LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE: Lean Construction - Methoden und Begriffe. <https://www.glci.de/sites/default/files/2018/Publikationen/GLCI-Lean-Construction-Begriffe-und-Methoden.pdf>. Datum des Zugriffs: 02.04.2019

5.3.2 Getakteter Meilenstein- und Phasenplan

Der MPP weist die Eigenschaft auf, dass darin verschiedene Vorgänge von verschiedenen Gewerken sehr fein aufeinander abgestimmt und variiert werden können. Tatsächlich weisen aber zahlreiche Bauprojekte sich wiederholende Vorgangsfolgen auf, da dieselben Tätigkeiten in derselben Reihenfolge an verschiedenen Orten immer wieder durchzuführen sind. Beispielweise kann hier der Bau von Reihenhäusern, der Innenausbau von Wohnungen in einem Mehrparteienhaus oder die Herstellung einer Asphaltstraße genannt werden. In diesem Falle ist die Anwendung eines Getakteten Meilenstein- und Phasenplans zu empfehlen, der Elemente des LPS mit denen der Taktplanung und –steuerung verbindet.

Falls ein GMPP angewendet werden soll, muss zuerst definiert werden, in welchen Bereiche bzw. Bauteile des Bauwerks eine Taktplanung sinnvoll ist und in welchen nicht. Bei einmaligen Vorgangsfolgen kann analog wie im vorherigen Unterkapitel vorgegangen werden (siehe 5.3.1). Bei wiederkehrenden Vorgangsfolgen wird das Prinzip der Taktung angewandt. Dazu wird die Fläche auf dem besagte Vorgangsfolgen stattfinden in etwa gleich große Baulose eingeteilt. Die Größe der Baulose ist dabei abhängig von der Art der Tätigkeit und vorhandenen Ressourcen. Ein üblicher Wert im Innenausbau ist zum Beispiel 100 m².

Danach erfolgt die gemeinschaftliche Erarbeitung einer Gewerkesequenz mit möglichst allen Baubeteiligten. Hierbei handelt es sich um eine Pullplanung in der visuell die Reihenfolge aller Vorgänge von hinten nach vorne festgelegt wird. Dabei wird auch allen Vorgängen eine Dauer in Arbeitstagen zugewiesen. Ziel ist es ein gemeinsames Verständnis zu erzeugen wie die Gewerkesequenz zu erfolgen hat und alle Schnittstellen der Bauausführung deutlich erkennbar zu machen. Nach der Fertigstellung ist nun die Durchlaufzeit bekannt, welche benötigt wird um ein Baulos fertigzustellen. Zu beachten ist, dass möglichst ein Gewerk, auch wenn nicht unbedingt notwendig, einzeln in einem Baulos agiert, d.h. dass parallele Vorgänge von verschiedenen Gewerken im gleichen Baulos zu vermeiden sind. Die Planung soll pufferfrei erfolgen bzw. falls Pufferzeiten angenommen werden sollen diese explizit als solche angegeben sein. Abschließend ist die Taktlänge festzulegen. Theoretisch kann diese frei gewählt werden, jedoch ist eine Taktlänge von einer Woche, einer Halbwoche oder eines Tages üblich. Eine kürzere Taktlänge reduziert üblicherweise die Baudauer, da schneller auf Verzögerungen reagiert werden kann. Der Taktsteuerungsaufwand steigt durch eine Verkürzung erheblich an.⁹²

⁹² GERMAN LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE: Lean Construction - Methoden und Begriffe. <https://www.glci.de/sites/default/files/2018/Publikationen/GLCI-Lean-Construction-Begriffe-und-Methoden.pdf>. Datum des Zugriffs: 02.04.2019

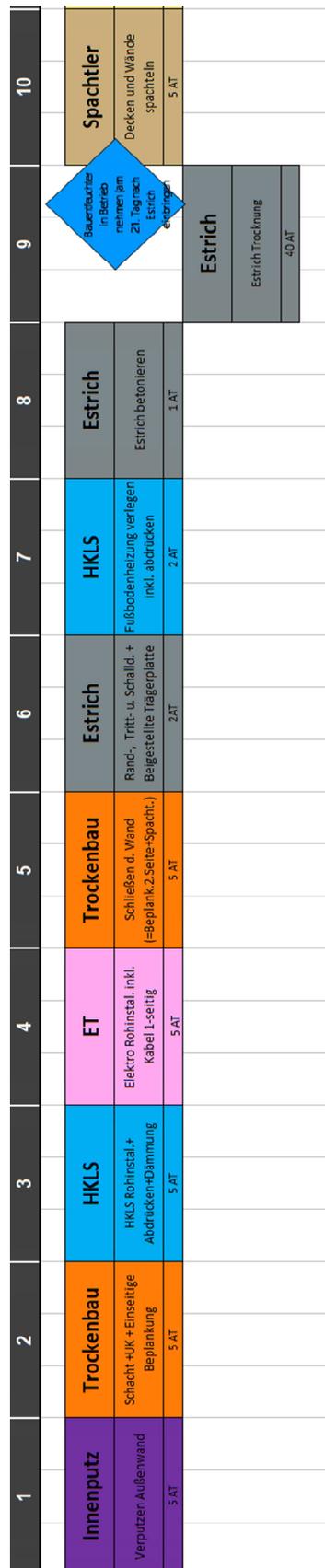


Abbildung 20 Ausschnitt einer Gewerkesequenz

In Abbildung 20 ist ein Ausschnitt einer Gewerkesequenz zu sehen. Dabei werden beispielsweise zehn aufeinanderfolgende Tätigkeiten verschiedener Gewerke aufgezeigt, die notwendig sind um ein Baulos fertigzustellen.

Aus der Gewerkesequenz wird ein beispielhafter Gewerkezug entwickelt. Ein Gewerkezug entspricht der Aneinanderreihung von Arbeitspartien der einzelnen Gewerke, die die einzelnen Vorgänge, wie in der Gewerkesequenz, festgelegt nacheinander arbeiten. Anders als in der Gewerkesequenz ist jedoch im Gewerkezug die zeitliche Dauer eines Vorgangs visualisiert. Werden mehrere dieser Gewerkezüge eingesetzt, kann die Arbeitszeit deutlich reduziert werden. So es Ressourcen ermöglichen bzw. Zeitplan erforderlich macht, kann auch mehr als ein Gewerkezug gleichzeitig agieren.

Um den Unterschied zwischen dem Gewerkezug und der Gewerkesequenz zu verdeutlichen wurde die ersten acht Gewerke, der in Abbildung 20 ausgearbeitete Gewerkesequenz, in Abbildung 21 in einen Gewerkezug überführt. Der deutlichste Unterschied ist, dass die Dauern der Tätigkeiten im Gewerkezug visualisiert sind. Der in Abbildung 21 betrachtete Gewerkezug weist einen Wochentakt auf.

Darauffolgend werden die einzelnen Takte zusammengefügt um einen Gesamttaktplan zu erhalten. So arbeitet beispielsweise Gewerk 1 nachdem es die Arbeiten in Woche 1 in Baulos 1 angeschlossen hat, in Woche 2 in Baulos 2. Im Gesamttaktplan sind alle Baulose und die Zeitintervalle in denen die jeweiligen Vorgänge erfolgen sollen enthalten. Die Gesamtdauer aller Takte kann nach folgender Formel berechnet werden:

$$\text{Gesamtdauer}[AT] = DLZ + TZ * (BL - 1)$$

DLZ ... Durchlaufzeit

TZ ... Taktzeit

BL ... Anzahl der Baulose

AT ... Arbeitstage

Zu beachten ist, dass vor allem bei Großbaustellen mit vielen Baulosen die Taktlänge die Gesamtdauer beeinflusst, da diese der Formel multiplikativ größer wird, während sich die Durchlaufzeit nur additiv vergrößert.

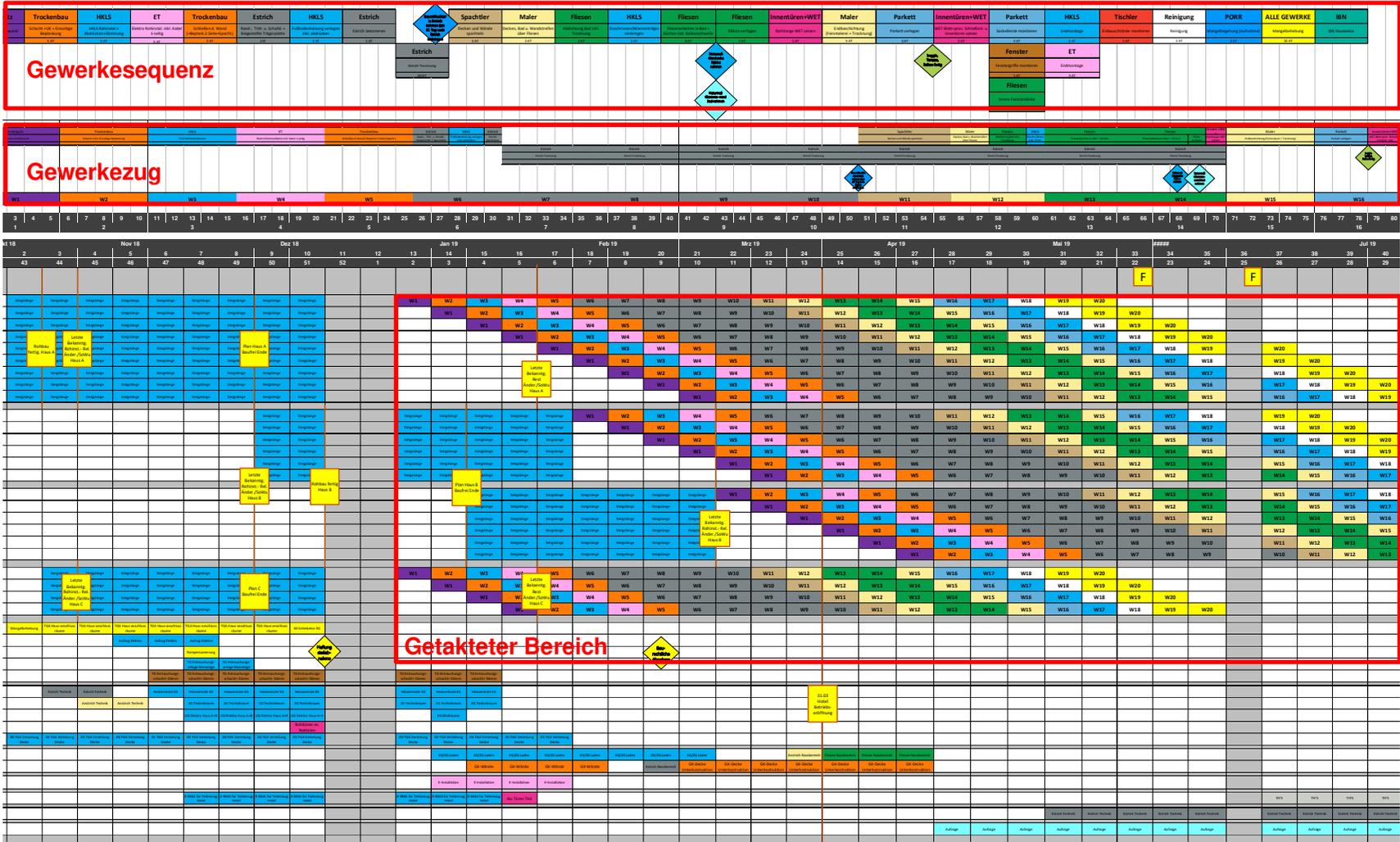
Nachdem im Gesamttaktplan die Anzahl der Gewerkezüge festgelegt ist, werden nun die nichttaktbaren Bereiche des Bauwerks hinzugefügt. Das visualisierte Resultat ist der Getaktete Meilenstein- und Phasenplan. Wie der MPP wird auch der GMPP wöchentlich an den tatsächlichen Baufortschritt angepasst um die Konsequenzen von Änderungen im Bauablauf möglichst schnell visuell darzustellen.

In Abbildung 22 ist ein Ausschnitt eines Gesamttaktplans zu sehen. Darin wird konkret visualisiert wie der Bauablauf von neun Baulosen innerhalb von zehn Wochen, durchgeführt von dem in Abbildung 21 dargestellten Gewerkezug, vonstattengeht.

A1	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10
A2		W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
A3			W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8
A4				W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7
A5					W1	W2	W3	W4	W5	W6
A6						W1	W2	W3	W4	W5
A7							W1	W2	W3	W4
A8								W1	W2	W3
A9									W1	W2

Abbildung 22 Ausschnitt des Gesamttaktplans

Abbildung 23 Ausschnitt eines GMP



Um einen Getakteten Meilenstein- und Phasenplan fertigzustellen, werden Gewerkesequenz, Gewerkezug, Gesamttaktplan und die nicht taktbaren Bereiche zusammen gefügt. In Abbildung 23 ist der gesamte GMPP dargestellt aus denen die drei vorherigen Abbildungen entnommen wurden. Die Gewerkesequenz, der Gewerkezug und der getaktete bzw. nicht taktbare Bereich sind in Gänze zu sehen. Der nicht taktbare Bereich entspricht dem nicht markierten Bereich des GMPP.

5.4 Vorschauplanung

Die nächste, detailliertere Stufe dieses Anwendungsmodells von LEAN Construction ist die Vorschauplanung, die zumeist die nächsten sechs Wochen abbildet. Die erste Vorschauplanung umfasst die erste Make Ready Planung (siehe 3.3.2.2) und Produktionsplanung (siehe 3.3.2.3), da der Einsatz der Ressourcen der Bauausführung erstmals detailliert geregelt wird. Nach der erstmaligen Durchführung in dem die Tätigkeiten der ersten Produktionseinheiten festgelegt werden, folgen wöchentlich weitere Vorschauplanungen.

In der Vorschauplanung ist es erstmals möglich Tätigkeiten tagesgenau für jedes Gewerk und jeden Bereich abzubilden. Nachdem in der ersten Bearbeitung der Produktionsplanung der erste betrachtete Zeitraum festgelegt wird, wird in den darauffolgenden Produktionsplanungen stets die bisherige Planung aktualisiert und die Woche, die nun erstmals in den Betrachtungsraum fällt, verplant. Das Ziel dieser Planung ist es einerseits Schwierigkeiten der durchzuführenden Tätigkeiten zu identifizieren und zu beseitigen, damit alle Tätigkeiten wie geplant erfolgen können. Andererseits sollen die in der zeitorientierten kooperativen Phasen-Terminplanung definierten Vorgänge detailliert auf einzelnen Tätigkeiten heruntergebrochen werden, damit das Bauwerk, wie in den vorherigen Phasen festgelegt wurde, errichtet werden kann.

Die Projektbeteiligten sollen hierbei gemeinsam während der wöchentlichen Produktionsplanung in Teamarbeit Tätigkeiten im betrachteten Zeitraum untereinander abstimmen, damit etwaige Schwierigkeiten frühzeitig erkannt und in Kollaboration beseitigt werden können. Das Setzen einer Tätigkeit auf die visualisierte Vorschauplanung entspricht einer Zusage, dass diese Tätigkeit am besagten Tag erfolgt. Diese Zusage darf immer nur durch das tatsächlich ausführende Gewerk erfolgen. Bei auftretenden Risiken oder Problemen hat jedes Mitglied des Projektteams die Möglichkeit Aktionen von jedem anderen Mitglied anzufordern. Ob Aktio-

nen erfolgen oder sich Bedeutung und Eintrittswahrscheinlichkeit der Risiken verschoben haben, wird hierbei wöchentlich überprüft.⁹³

Die Visualisierung der Vorschauplanung erfolgt auf Tafeln, auf welchen der betrachtete Zeitraum auf Tagesbasis abgebildet ist. Zugesagte Tätigkeiten werden mit Haftnotizen an diesen Tafeln angebracht. Die visualisierte Vorschauplanung verbleibt immer gut einsehbar im „Big-Room“ auf der Baustelle und darf nur während des diesbezüglichen, wöchentlichen Treffens verändert werden.

In Abbildung 24 werden vier Wochen der Vorschauplanung dargestellt. Jede Tafel soll eine der darauffolgenden vier Wochen die Haftnotizen einzelne Tätigkeiten und die Farben der Haftnotizen verschiedene Gewerke visualisieren.



Abbildung 24 Visualisierte Vorschauplanung

⁹³ GERMAN LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE: Lean Construction - Methoden und Begriffe. <https://www.glci.de/sites/default/files/2018/Publikationen/GLCI-Lean-Construction-Begriffe-und-Methoden.pdf>. Datum des Zugriffs: 02.04.2019

5.5 Produktionssteuerung und –evaluierung

Bevor in den wöchentlichen Besprechungen die Produktionsplanung erfolgt, werden zuerst die Produktionseinheit bzw. die Produktionseinheiten evaluiert, die seit der letzten Produktionsplanung vergangen sind. Diese Produktionsevaluierung und –planung, kurz PEP, wird im „Big-Room“ durchgeführt und dient der Steuerung der Bauproduktion. In der Phase der Produktionsevaluierung während der PEP werden die Zusagen, die in Form der Haftnotizen auf der visualisierten Vorschauplanung angebracht, auf ihr Erfolgen überprüft. Ausgehend von dem Fall, dass alle Tätigkeiten wie geplant stattgefunden haben, wurde die betrachtete Woche wie geplant umgesetzt und es ist nicht unbedingt ein Ändern der weiteren Tätigkeiten notwendig. Üblicherweise konnten jedoch gewisse Tätigkeiten nicht erfolgen oder andere Tätigkeiten wurden aus zukünftigen Produktionseinheiten vorgezogen. In diesem Fall ist eine Abänderung der Produktionsplanung der nächste Produktionseinheiten und damit einer Neuverteilung oder Änderung der zur Errichtung des Bauwerks verwendeten Ressourcen notwendig.

Die Evaluierung erfolgt durch das Kategorisieren der nichterfolgten Tätigkeiten nach verschiedenen Verzögerungsgründen. Diese Verzögerungsgründe werden vor Beginn der PEPs gemeinschaftlich festgelegt um ein möglich großes Spektrum abzudecken.⁹⁴

Zehn mögliche Verzögerungsgründe sind beispielsweise:

- Vorleistung fehlerhaft/nicht abgeschlossen
- Vorleistung nicht vorhanden
- Vorleistung/Abstimmung nicht erkannt
- Änderung der Priorität durch Bauherren oder Projektmanager
- Zusätzliche Leistungen gefordert
- Ausfall an Arbeitskräften
- Überschätzung der eigenen Leistung
- Nacharbeiten
- Fehlende/unvollständige Information
- Soft-/Hardwareprobleme

Als Abschluss der PEP werden Kennzahlen bzw. KPI's der evaluierten Produktionseinheit bzw. Produktionseinheiten präsentiert. Hier werden sowohl der AEZ wie auch der TMR, auf die schon eingegangen wurde

⁹⁴ GERMAN LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE: Lean Construction - Methoden und Begriffe. <https://www.glci.de/sites/default/files/2018/Publikationen/GLCI-Lean-Construction-Begriffe-und-Methoden.pdf>. Datum des Zugriffs: 02.04.2019

(siehe 3.3.2.5) des betrachteten Zeitraums vorgestellt. Eine weitere Kennzahl ist der MS KPI (siehe Abbildung 25), der darstellt wie viele Meilensteine in den bisherigen Produktionseinheiten erreicht wurden und wie viele geplant waren. Auch zukünftige geplante Meilensteine sind darin vermerkt um den Ist-Stand des Projekts in Relation mit den Meilensteinen, die zu Projektabschluss notwendig sind zu vergleichen.

MS KPI - Verlauf der Meilensteine der 6WW

Von **22** ursprünglich für die vergangene KW eingeplanten MS wurden **29** MS erreicht.

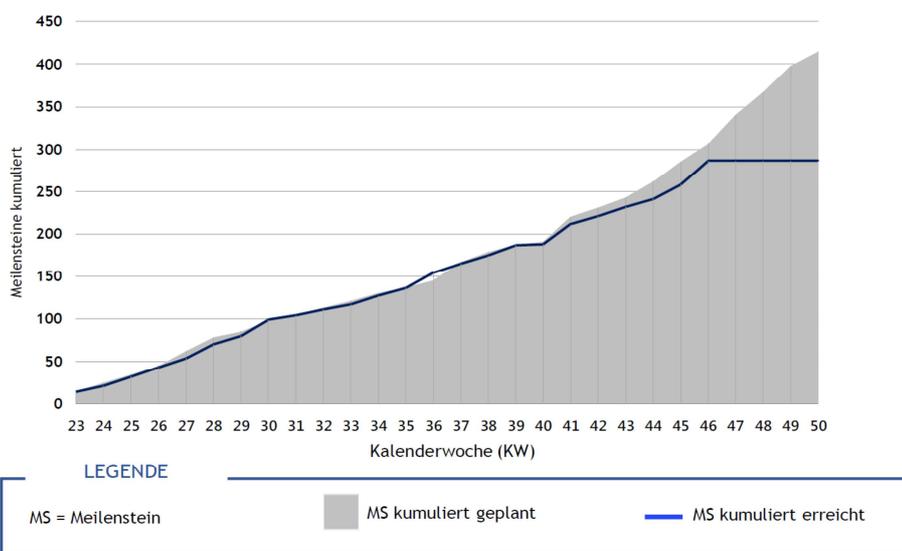


Abbildung 25 Beispielhafte Darstellung des MS KPI

Eine weitere präsentierte Visualisierung der Projektleistung ist die Burn-Down-Darstellung. Dabei werden geplante Tätigkeiten über einen festgelegten Betrachtungszeitraum mit den tatsächlich erfolgten verglichen. Es wird hier von dem Prinzip ausgegangen, dass geplante Tätigkeiten in der vorgegebenen Zeit abgearbeitet werden sollen. Die Projektbeteiligten können daraus ablesen, ob die Geschwindigkeit in der die Arbeit verrichtet wird, ausreichend ist oder ob eine Änderung des Produktionssystems notwendig ist, um die geplante Leistung zu erfüllen.⁹⁵

In Abbildung 26 werden der geplanten und der tatsächliche Verlauf der Abschluss von Tätigkeiten durch verschiedene Linienverläufe repräsentiert. Die orange Linie zeigt an wie viele Burn-Down Pakete nach Planung abzuarbeiten gewesen wären. Dagegen gibt die blaue Linie die Anzahl der tatsächlich offenen Tätigkeiten an. Im Verlauf der Zeit kann daher darauf geschlossen werden, ob die das gesetzte Ziel erreicht werden kann.

⁹⁵ FIEDLER; MARTIN: Lean Construction. S. 238 f.

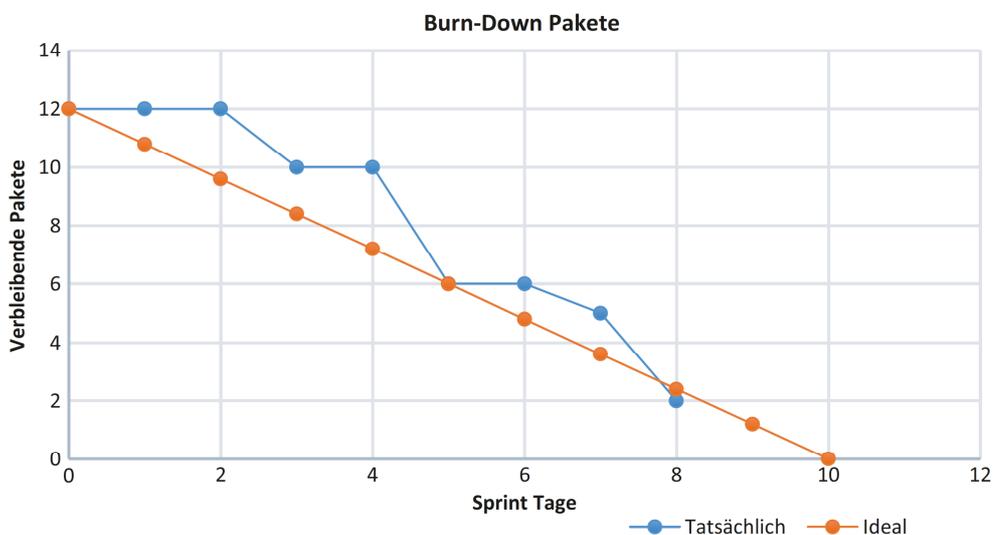


Abbildung 26 Beispielhafte Burn-Down unterteilt in Arbeitspakete⁹⁶

5.6 Tägliche Projektsteuerung

Der feingliedrigste Teil dieses Anwendungsmodells von LEAN Construction ist die tägliche Besprechung aller auf der Baustelle anwesenden Projektbeteiligten. In dieser Abstimmung werden die in der letzten PEP geplanten Tätigkeiten mit den an diesem Tag tatsächlich durchgeführten verglichen. Bei Änderungen der Tätigkeiten haben alle Betroffenen gemeinschaftlich eine Alternative zu finden.⁹⁷

Diese Besprechung ist ein Werkzeug um mit der Unvorhersehbarkeit der Bauproduktion umgehen zu können. Da behindernde oder nichtplanbare Faktoren wie Wetter, Ausfall von Arbeitskräften, etc. in der Produktionsplanung nicht oder nur schwierig berücksichtigt werden können, muss ein Modell zur Planung und Steuerung eines Projektvorhabens auch kurzfristig änderbar sein.

5.7 Analyse des Anwendungsmodells

Das betrachtete Modell setzt Schwerpunkte im Bereich Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten und in der systematischen und schrittweisen Verfeinerung der zu bewältigenden Aufgaben, damit alle Pro-

⁹⁶ FIEDLER; MARTIN: Lean Construction. S. 238

⁹⁷ GERMAN LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE: Lean Construction - Methoden und Begriffe. <https://www.glci.de/sites/default/files/2018/Publikationen/GLCI-Lean-Construction-Begriffe-und-Methoden.pdf>. Datum des Zugriffs: 02.04.2019

zessschritte, Vorgänge und Tätigkeiten in die Planungsbetrachtungen miteingebracht werden. Durch die zahlreichen Treffen zwischen allen Beteiligten wird das Verständnis als Projektteam, das Verständnis für das Projekt und das Verständnis für LEAN Construction (siehe 5.1) zuerst versucht zu etablieren und dann bis zur Festigung nach und nach gefördert. In diesen Besprechungen wird bewusst auf persönliche und direkte Interaktion gesetzt, um das Risiko des Auftretens von Missverständnissen, wie sie z.B. bei schriftlicher-digitaler Kommunikation auftreten können zu verringern. Um ein gemeinschaftliches Verständnis für die zu erledigenden Aufgaben zu erhalten, werden alle Prozesse analog visuell dargestellt. Diese Darstellung soll durch die eigenständige Erarbeitung durch alle Projektbeteiligten sowohl eine hohe Akzeptanz des Prozesses erreichen, aber auch ein Verständnis für die komplexen Zusammenhänge zwischen verschiedenen Vorgängen und Tätigkeiten im Bauprozess erzeugen.

In Abbildung 27 ist der Prozess des beschriebenen Anwendungsmodells dargestellt.

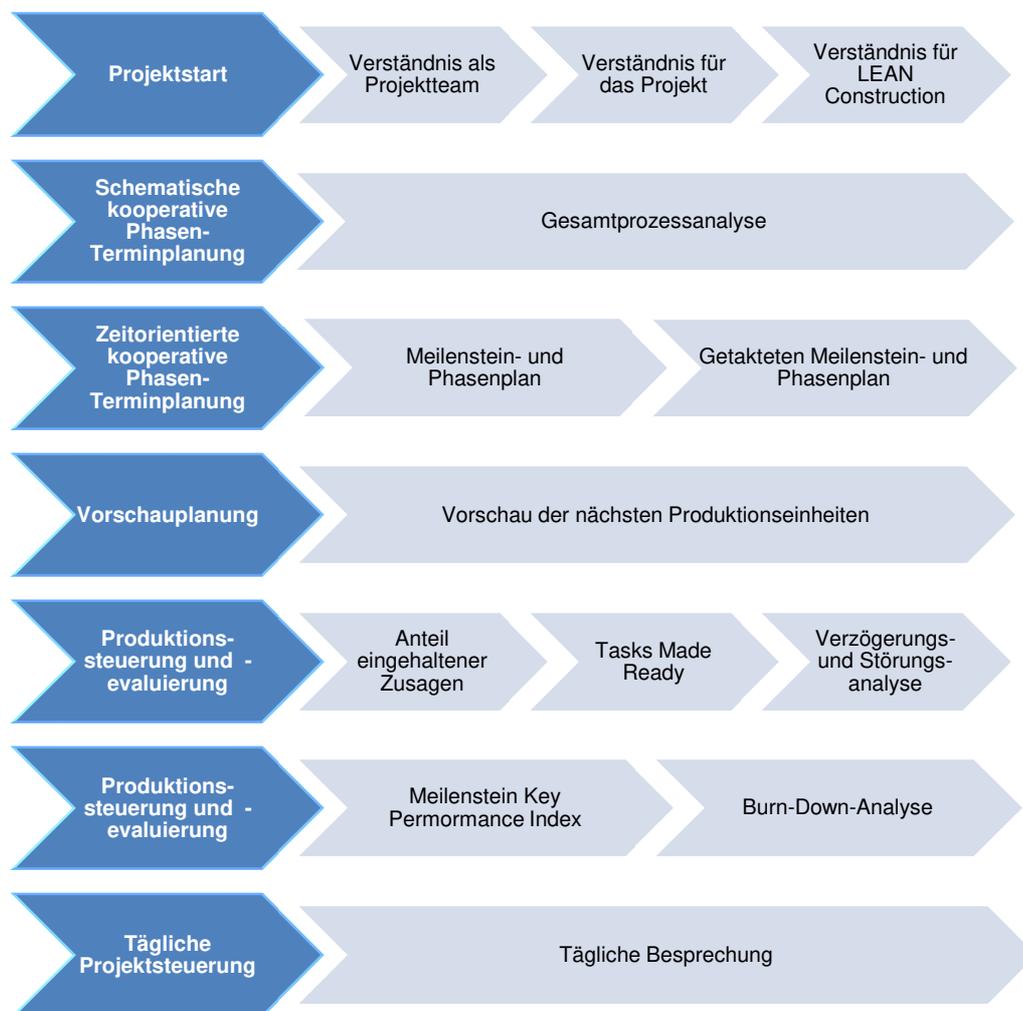


Abbildung 27 Prozess des LEAN Construction Anwendungsmodells

5.7.1 Zunehmend detailliertere Prozessplanung

Der erste Schwerpunkt dieses Anwendungsmodells ist die zunehmende Verfeinerung der Planung des gesamten Bauprozesses von einer schematischen Aneinanderreihung von Prozessschritten bis zu täglichen Planung einzelner Tätigkeiten an bestimmten Orten des Bauwerks. Diese Vorgehensweise ist keineswegs unüblich, da auch in der klassischen Terminplanung von einem Rahmenterminplan ausgegangen wird, der zunehmend bis zu Detailabläufen und Checklisten genauer gestaltet wird.⁹⁸

Der Unterschied dieses Anwendungsmodells liegt in der Miteinbeziehung der ausführenden Gewerke an der Prozessplanung. Während in der klassischen Terminplanung alle Vorgänge entweder präzise oder in einer vorgegebenen Bandbreite von einer planungsbeteiligten Partei festgelegt werden, üblicherweise der Objektplanung, ist in dieser Herangehensweise eine gemeinschaftliche Erstellung der Fall. Das kann auf verschiedene Gründe zurückgeführt werden:

- Vollständigkeit der Planung
- Fachexpertise der Beteiligten
- Akzeptanz durch die Gewerke
- Gemeinsames Verständnis

Da das Errichten von Bauwerken ein interdisziplinärer Prozess ist und durch fortschreitende Technologie zunehmend komplexer wird, ist es nicht möglich den gesamten Bauprozess durch eine einzelne terminplanende Partei abzuwickeln. Um den Bauablauf in Vollständigkeit darstellen zu können, muss auf einzelne Fachkompetenz von in diesen Bereichen erfahrenen Personen oder Organisationen zurückgegriffen werden. Das Anwendungsmodell bezieht sich hier auf das LPS und sieht die realitätsnächste Abbildung des künftigen Bauprozesses durch die tatsächlich bauausführenden Gewerke.

Ein weiteres Argument für die Anwendung von besagtem Modell ist die Expertise der ausführenden Gewerke für die eigens durchgeführten Prozessschritte. Ein erfahrener Planer kann zwar auf eine fachliche Ausbildung und zahlreiche Jahre Erfahrung zurückplanen, aber bei Verwendung dieses Modells kann ein integriertes Projektteam etabliert werden, das in Summe ein Vielfaches der fachlichen Erfahrung eines Terminplaners aufweisen kann. Auch das Spektrum der Fachgebiete des Bauens wird zumeist von einem integrierten Projektteam meist besser abgebildet, da selbst eine in Terminplanung erfahrene Person ein zwar breites,

⁹⁸ FH MÜNCHEN: Ablaufplanung. <ftp://www.bauwesen.fh-muenchen.de/Baubetrieb/rohr/7%20Ablaufplanung/Ablaufplanung.pdf>. Datum des Zugriffs: 19.04.2019

aber dennoch eher oberflächliches Wissen über zahlreiche Bereiche besitzt. Ein integriertes Projektteam besteht hingegen aus einzelnen Spezialisten mit hohem Fachwissen.

Im Sinne der Identifizierung als Projektteam und dadurch vertrauten und effizienten Zusammenarbeit der Projektbeteiligten ist es auch sinnvoll den Gewerken eine möglichst große Autonomie in der Festlegung relevanter Entscheidungen des Bauens zu lassen. Der so erstellte Terminplan ist damit zu einem hohen Anteil ein Produkt der Kollaboration der Beteiligten der Bauausführung und keine von anderer Stelle instruierte Verfügung. Durch die persönliche Zusage die durch die aktive Teilnahme an den Besprechungen und Treffen die im Rahmen des Anwendungsmodells von LEAN Construction erfolgen, soll eine persönliche Identifizierung mit dieser Zusage erreicht werden. Dadurch soll der AEZ im Vergleich zu Projekten mit klassischer Projektorganisation erhöht werden.

Einer der wichtigsten Schwerpunkte des LEAN Managements im Bauwesen, das Erhöhen des gemeinsamen Projektverständnisses, hängt besonders mit der gemeinsamen Prozessplanung zusammen. An allen erwähnten Treffen und Besprechungen herrscht generell Anwesenheitspflicht aller Baubeteiligten. Dieses Prinzip hat einerseits den Nachteil, dass viele Gewerke auch bei Themen anwesend sind, die für ihre jeweilige Tätigkeit irrelevant sind. Andererseits ist oft diese Anwesenheit von Vorteil, da so bisher nicht entdeckte Abhängigkeiten aufdeckt werden können oder unerwartet Fachfragen auftauchen können, die eines dieser Gewerke beantworten kann. Ein wichtiger Schritt zur termin- und kostengerechten Fertigstellung eines Bauwerks ist ein möglichst umfassendes Verständnis aller Projektbeteiligten des Bauprozesses, da so eventuell auftauchende Probleme früher entdeckt und dadurch leichter bewältigt oder sogar vermieden werden können.

5.7.2 Förderung der projektinternen Kommunikation

Während im vorherigen Unterkapitel analysiert wurde wie das betrachtete Anwendungsmodell zur möglichst vollständigen Abbildung der Prozessschritte eines Bauprojekts beiträgt, soll die Förderung der projektinternen Kommunikation zur verlässlichen Einhaltung der Zusagen beitragen. Das Anwendungsmodell sieht digitale oder telefonische Kommunikation nicht als gleichwertig mit direkter, persönlicher Kommunikation. Daher fördert es direkte, persönliche Kommunikation durch das oftmalige Treffen von Projektbeteiligten. Durch diese Treffen sollen besonders drei Bereiche gefördert werden:

- Vertrauen im Projektteam
- Frühzeitiger Informationsfluss
- Abgestimmtes Handeln

Wie bereits in Unterkapitel 5.1.1 beschrieben ist das Verständnis als Projektteam eine Startvoraussetzung für die effektive Anwendung des beschriebenen Systems. Teambildende Maßnahmen bei Projektstart sind allerdings nur der Beginn des Aufbaus von Vertrauen zueinander. Durch das offene und ehrliche Kommunizieren während der regelmäßigen Treffen, soll ein berufliches Vertrauen der einzelnen Projektbeteiligten zueinander aufgebaut werden. Im Falle von weiteren, zukünftigen, gemeinsamen Baumaßnahmen von einigen oder allen Projektteiligen soll der Projektstart durch dieses erworbene Vertrauen leichter fallen.

Durch regelmäßige Besprechungen des Projektfortschritts soll der Informationsfluss zwischen allen Projektbeteiligten angeregt werden und direkt zwischen den ausführenden Gewerken verlaufen. Störungen, Behinderungen und Verzögerungen der Gesamtbaustelle oder einzelner Gewerke sollen durch dieses System, besonders durch die Visualisierung des Bauprozesses in der Vorschauplanung oder in TMR-Listen frühzeitig aufgezeigt werden. Auch positive Ereignisse wie Tätigkeiten, die vor geplantem Ende abgeschlossen sind und weitere Chancen sollen so aktiv genutzt werden.

Es gibt im Bauwesen kaum Prozesse oder Teilprozesse, die ausschließlich von einer Fachdisziplin bewältigt werden können. Wie bereits beschrieben zeichnen sich Baustellen durch ihre hohe und weiterhin steigende, interdisziplinäre Komplexität aus. In Arbeitsbereichen wie Baustellen an denen zahlreiche Arbeitskräfte an wechselnden Orten eingesetzt werden, ist ein koordiniertes Handeln von großer Bedeutung. Durch diese hohe Flexibilität bezüglich des Arbeitsorts verbunden mit dem Zeitpunkt der Arbeit bietet die zumindest wöchentlich bis tägliche erfolgende Kommunikation zwischen den ausführenden Gewerken die Möglichkeit Tätigkeiten auf einander abgestimmt erfolgen zu lassen.

6 LEAN Design in der Anwendung

LEAN Management im Bauwesen beruht im Grunde auf der Betrachtung, Optimierung und Planung von Prozessen. Auch in der Bauausführung selbst ändert LEAN Construction keine Bauprozessschritte an sich, sondern gestaltet die Anordnung und Abstimmung zwischen den Prozessschritten. Planung und vor allem der Prozessplanung ist daher die Grundlage eines jeglichen Anwendungsmodells von LEAN Management. LEAN Design beschäftigt sich mit der Planung des Planungsprozesses. Bereits in Kapitel 4 wurde auf den Ablauf des klassischen Planungsprozesses näher eingegangen. Dieses Kapitel soll ein Anwendungsmodell zeigen wie „die Planung der Planung“ in einem effizienten, integrierten Projektteam und damit LEAN Design in Projekten verwendet werden kann.

6.1 Besonderheiten des Planungsprozesses

Planung ist ein Prozess, der untrennbar mit der Verwirklichung eines jeden größeren Vorhabens in Verbindung steht. Somit steht ein Planungsprozess auch am Anfang jedes Bauwerks. Anders als die Ausführungsphase in der alle wesentlichen Informationen des Bauwerks bereits festgelegt sind, ist die Planung ein kreativer und schöpferischer Prozess. Während im beschriebenen Anwendungsmodell von LEAN Construction (siehe Kapitel 5) zunehmend detailliertere Bauprozesse festgelegt werden, ist Planen selbst ein iterativer Prozess aus dessen Ergebnis erst eine mögliche Abfolge von bauausführenden Prozessen entsteht. Daher kann die Leistung der Planung im Voraus auch nicht bzw. unzureichend beschrieben werden. Da das Ergebnis und Ziel der Planung erst während des Planungsprozesses festgelegt wird. Der Bauherr kann nur vor und während dieses Prozesses Anforderungen stellen, die das Planungsergebnis zu erfüllen hat. Da Planung kein linearer Prozess ist, sollte in der Projektorganisation hohe Flexibilität herrschen. So ist z.B. eine verworfene Planungsvariante nicht automatisch als Verschwendung zu sehen, da durch näheres Studium eines gewissen Teilbereichs bisher unbekannte Informationen herausgefunden werden können. Dementsprechend schwierig ist die Projektsteuerung in dieser Phase, da für eine kreative und schöpferische Tätigkeit schwieriger vorausschauend ein Terminplan erstellt werden kann.⁹⁹

Trotz der üblicherweise geringen Kosten der Planung im Vergleich zu den Kosten der Bauausführung kann eine unzureichende Planung aufgrund von Fehlern zu erheblichen Kostensteigerungen führen, weil die

⁹⁹ HECK, D.; BAUER, B.; BINDER, M.: Preisdruck bei Planerleistungen . In: Bau aktuell, 5/2014. S. 178

Beeinflussbarkeit der Kosten in späteren Phasen sehr niedrig (siehe Abbildung 28) ist und daher in der Bauphase durchgeführte Planungsänderungen zu starken Kostenerhöhungen führen können. In der Planungsphase hingegen können Änderungen mit vergleichsweise niedrigen Kosten durchgeführt werden.

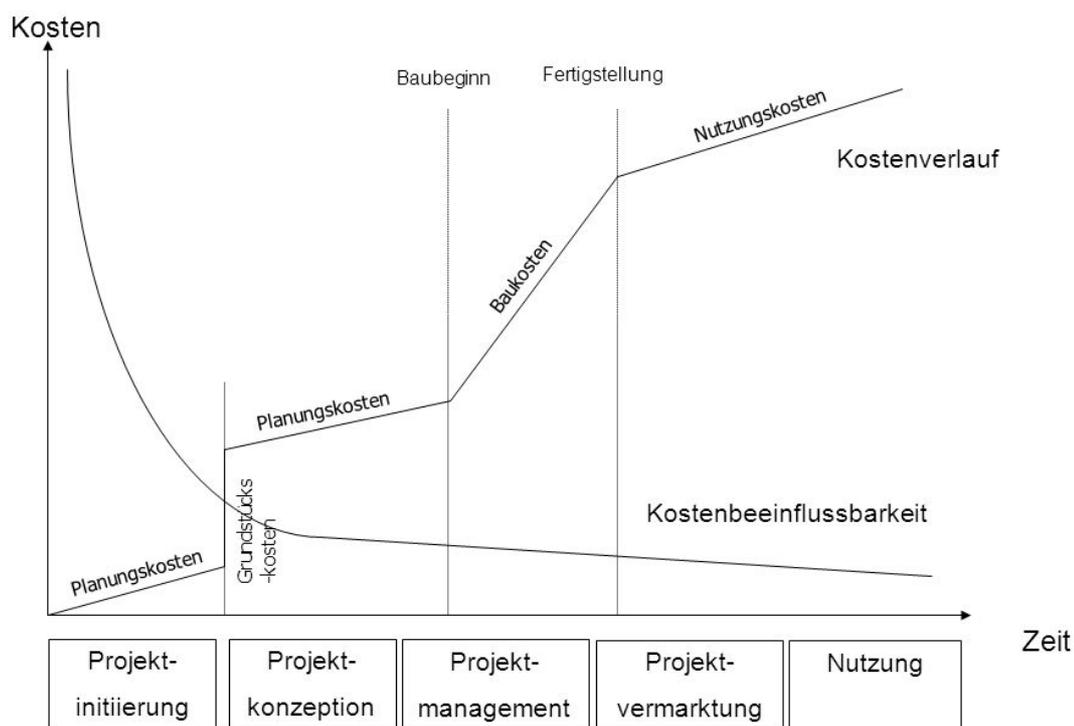


Abbildung 28 Kosten und Kostenbeeinflussbarkeit im Lebenszyklus eines Bauwerks¹⁰⁰

Die Tatsache, dass der Planungsprozess vorausschauend nur bedingt definiert werden kann und das Anwendungsmodell von LEAN Construction vor allem auf das Messen und Einhalten von Prozessen fokussiert ist, verdeutlicht, dass ein praktisches Umsetzen von LEAN Thinking in Planungsprozess ein eigenes Anwendungsmodell benötigt. Ziel ist es die Besonderheiten der Planung mit Methoden und Werkzeugen abzubilden und so die Grundlage von Bauprojekten zeit- und kostengenau liefern zu können. Der Begriff LEAN Design beschreibt die Fachdisziplin des Entwerfens, Konkretisierens und Planens in Verbindung mit den LEAN Prinzipien.

¹⁰⁰ <https://slideplayer.org/slide/4821834/15/i/images/9/Projektentwicklung%3A+Kostenbeeinflussbarkeit.jpg>. Datum des Zugriffs: 16.05.2019

6.2 Grundsätze von LEAN Design

Um die beschriebenen Besonderheiten der Planung abzubilden und die Fehlerquellen der klassischen Bauplanung zu vermeiden, wurden im LEAN Design Methoden und Werkzeuge zur vollständigen Begleitung im Planungsprozess entwickelt. Im folgenden Unterkapitel sollen die Grundsätze dieser Methoden und Werkzeuge vorgestellt werden.

6.2.1 Target Value Design

In der traditionellen Bauplanung werden prinzipielle Gesamt- und Teilentwürfe sukzessiv, abgeleitet aus den Anforderungen des Bauherren, erstellt. Dabei können durch Ablehnung oder Änderungswünsche des Bauherren bzw. durch die Erkenntnis der Undurchführbarkeit einzelner Planungsvarianten die Planungskosten und die benötigte Zeit der Planung sprunghaft ansteigen. Im LEAN Design wird von Zielkosten bzw. von einem Zielwert (Target Value Design) ausgegangen. Die absolute Größe der Planungskosten wird aus marktüblichen Kosten abgeschätzt. Diese Abschätzung umfasst alle Kosten des zu planenden Bauwerks abzüglich eines Innovationanreizes. Der Zielwert wird für die Planung als der maximal verbrauchbare Betrag angesehen. Daraus entwickelt das Projektteam in den frühen Phasen der Planung verschiedene Varianten und Alternativen. Dies erfolgt unter ständiger, agiler Abstimmung innerhalb des Teams und mit dem Bauherren. Varianten, die die Zielkosten bereits überschreiten, nicht durchführbar oder nicht im Sinne des Bauherren sind, können so frühzeitig ausgeschieden werden. Durch den Vergleich und die Verbesserung der Varianten kann so ein Optimum erreicht werden.¹⁰¹

6.2.2 Frühzeitiges Einbinden von Spezialisten

Unabhängig ob die Planung durch Einzelgewerke oder durch einen Generalplaner durchgeführt wird, erfolgt die Zusammenarbeit der Planungsbeteiligten in der traditionellen Organisation nicht in einem integrierten Projektteam. Stattdessen werden schrittweise mehr Gewerke im Planungsprozess hinzugefügt. Weil hier nicht als Team agiert wird, sondern weiterhin in den unabhängigen fachspezifischen Gruppen gearbeitet wird, verstärkt sich ein „Silodenken“ der Beteiligten. Die tatsächliche Entscheidung wie das Gebäude aussehen wird und wie es errichtet werden soll, findet erst in einem späten Planungsstadium statt. Bei Großprojekten, die von einem internationalen Team geplant werden, verstärkt

¹⁰¹ FIEDLER; MARTIN: Lean Construction. S. 328

sich beschriebener Effekt noch, aufgrund etwaiger Sprachbarrieren und schwierigerer Abstimmungsmöglichkeiten.

Ein weiterer Nachteil des sequentiellen Einbindens von Spezialisten ist, dass diese in einen Planungsprozess hinein versetzt werden, der nicht für sie angepasst wurde. Besonderheiten der fachspezifischen Planung durch die Spezialisten können dadurch ignoriert werden. Der Grundsatz von LEAN Thinking, die Kundenorientierung, kann daher nicht gewährleistet werden, da ein Kunde im Planungsprozess, die Fachplaner, nicht in die Erstellung des Planungsprozesses miteingebunden sind und daher auch keine Wünsche diesbezüglich äußern können.

In Abbildung 29 wird dargestellt in welcher Phase die Gewerke bei traditioneller Projektabwicklung in das Bauprojekt eingebunden werden.

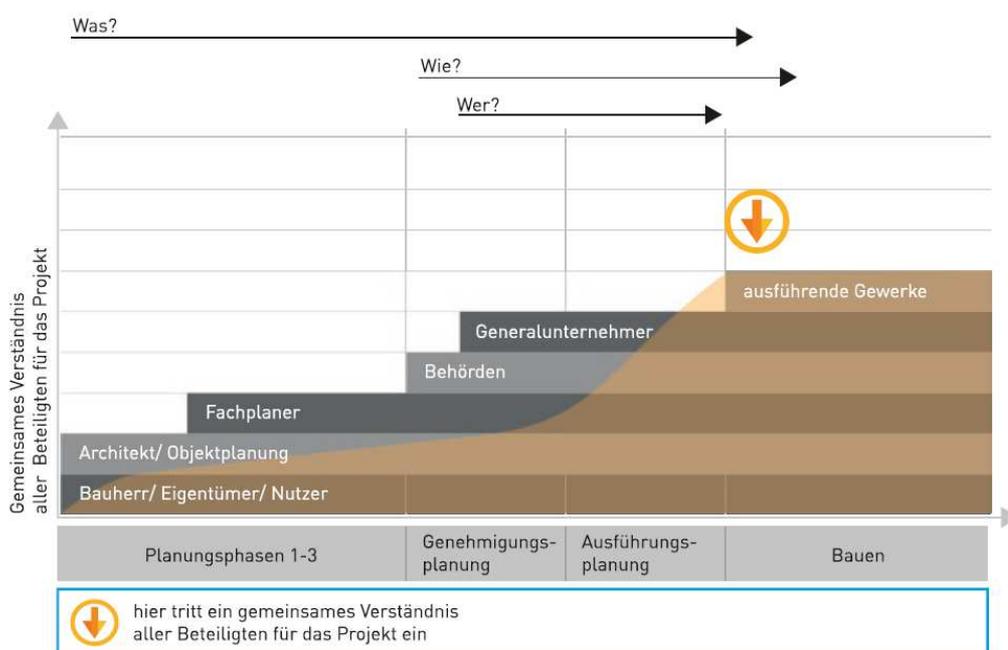


Abbildung 29 Reihenfolge der Projektbeteiligung der Gewerke in der klassischen Projektabwicklung¹⁰²

LEAN Design bindet stattdessen alle relevanten Projektparteien möglichst frühzeitig in die Planung ein. Dadurch soll ein besseres Verständnis für das Projekt entstehen und ihnen die Möglichkeit gegeben werden aktiv den Planungsprozess zu gestalten. Durch einen frühen gemeinsamen Start der Planungsbeteiligten in das Projekt ist die Bildung eines integrierten Planungsteam mit dem Verständnis für projektinterne und -externe Kunden möglich. Durch diesen gemeinschaftlichen Ansatz soll für das Projektteam effizientes und abgestimmtes Arbeiten ermöglicht

¹⁰² https://media.springernature.com/original/springer-static/image/chp%3A10.1007%2F978-3-662-55337-4_20/MediaObjects/416998_1_De_20_Fig2_HTML.png. Datum des Zugriffs: 20.04.2019

werden und dadurch ein kosteneffektiver Planungsprozess entstehen. Da die Planungsbeteiligten nicht mehr in fachspezifischen Gruppen agieren, sondern spezifisch für ein Projekt arbeiten soll ein „Silodenken“ von Beginn an vermieden werden.¹⁰³

In Abbildung 30 wird dargestellt in welcher Phase die Gewerke bei einer Projektabwicklung mit LEAN Design in das Bauprojekt eingebunden werden.

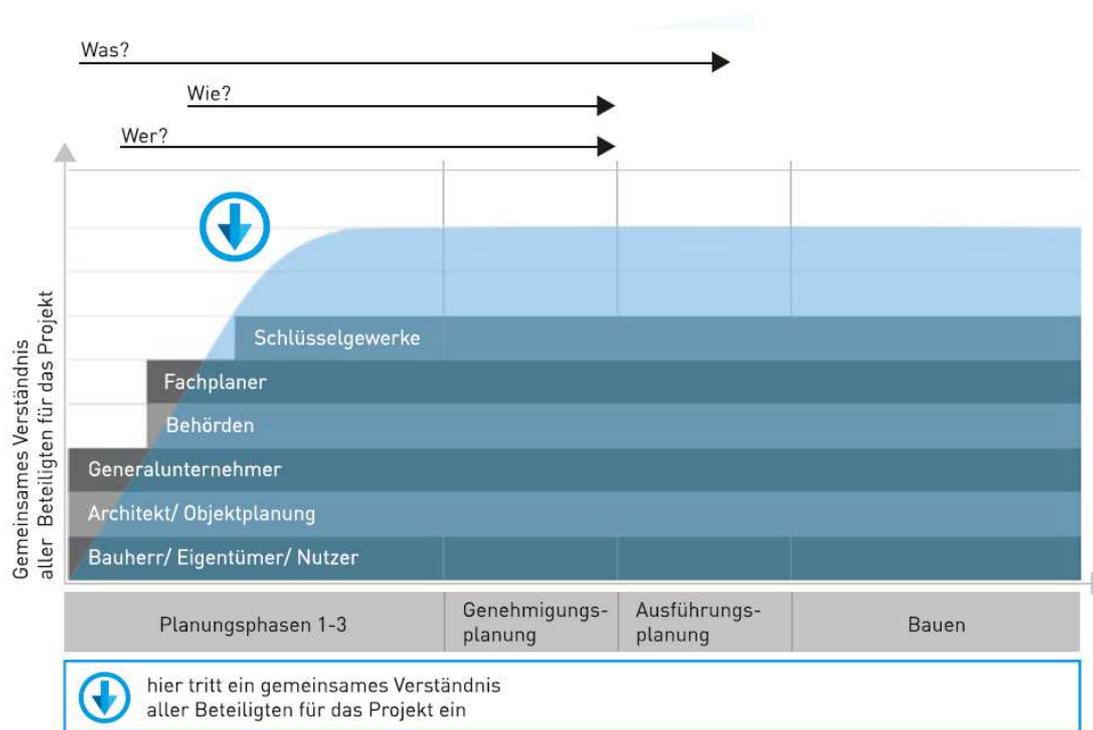


Abbildung 30 Reihenfolge der Projektbeteiligung der Gewerke in einer LEAN Design Projektabwicklung¹⁰⁴

6.2.3 Reduktion der Planungsiterationen

Planen ist an sich ein schöpferischer Prozess, bei dem das Ergebnis erst im Laufe des Prozesses definiert wird. Verschwendung tritt vor allem in durch die Vernachlässigung der Sicht des internen Kunden und des Endkunden. Daher wären viele Planungsiterationen der traditionellen Bauplanung durch regelmäßige Kommunikation vermeidbar.

Die wesentlichen Ursachen für Verschwendungen im Planungsprozess sind u.a.:

¹⁰³ FIEDLER; MARTIN: Lean Construction. S. 328

¹⁰⁴ https://media.springernature.com/original/springer-static/image/chp%3A10.1007%2F978-3-662-55337-4_20/MediaObjects/416998_1_De_20_Fig2_HTML.png. Datum des Zugriffs: 20.04.2019

- Nicht genutztes Potential des Planungsbeteiligten
- Verbreiten von konkreten Planungsvarianten anstatt von grundsätzlichen Ideen und Konzepten
- Erstellen von Planungsiterationen ohne Kundenmehrwert (z.B. eine vom Bauherren verworfene Planungsvariante)
- Unzureichende Abstimmung im Planungsprozess
- Fehlende Vorleistungen

LEAN Design hat den Anspruch negative Planungsiterationen durch regelmäßige Abstimmung zu eliminieren. Dadurch soll ein Wertstrom entstehen der nichtwertschöpfende Prozessschritte bzw. Prozessschritte die keinem Kunden Mehrwert generieren auf ein Minimum reduzieren. Ziel ist eine Planung, die nur eine Abfolge von positiven Planungsiterationen ist und daher graduell zur Entstehung des endgültigen Planungsergebnisses beiträgt.¹⁰⁵

6.3 Methoden von LEAN Design

Die Bauplanung ist untrennbar mit der Bauausführung verbunden. Da Planen jedoch wesentlich andere Grundsätze (siehe 6.1) im Vergleich zum Bauen hat, kann LEAN Design nicht auf die identen Methoden wie LEAN Construction zurückgreifen. So ist eine Taktung wie in Kapitel 3.3.1 beschrieben, nicht durchführbar, da Vorgänge und Tätigkeiten in der Planung kaum eine Wiederholbarkeit aufweisen. Das LPS hingegen eignet sich durch die hohe Individualisierbarkeit der Tätigkeiten wesentlich besser für Planungsprozesse. Eine Vorschauplanung wie im beschriebenen Anwendungsmodell von LEAN Construction (siehe 5.4) ist jedoch ebenfalls aufgrund der oftmaligen Änderungen der Planungsvarianten und Vorgänge schwer umsetzbar. Daher wird im LEAN Design zumeist auf agiles Projektmanagement mit Scrum, ein Vorgehensmodell der Softwareentwicklung, in Kombination mit dem LPS zurückgegriffen.

6.3.1 Scrum

Softwareentwicklung erfordert als schöpferischer Prozess ähnlich wie die Bauplanung schnell auf Kundenwünsche reagieren zu müssen. Scrum wird hierbei eingesetzt, da Projekte so komplex sind, dass sie zumeist nicht in kurzer Zeit gelöst werden können. Daher versucht diese Methode ihre Prioritäten mehr auf kurzfristige Teilergebnisse als auf das endgültige Produkt zu legen. Diese Teilergebnisse können dem Kunden

¹⁰⁵ FIEDLER; MARTIN: Lean Construction. S. 331

direkt vorgelegt werden und daraus ist ein konkreteres Feedback möglich als bei Reaktion auf das fertige Produkt. Der Kundenwunsch, unabhängig ob es sich um einen internen oder Endkunden handelt, kann so direkt mit den Resultaten der Planung übereingestimmt werden.

Diese Art des agilen Projektmanagements basiert auf eine Einteilung in „Sprints“. Ein „Sprint“ deckt eine kurzfristige Planungsperiode ab, üblicherweise vier Wochen. Es finden tägliche Kurzbesprechungen statt in denen der Fortschritt der Planung überprüft wird, Probleme diskutiert werden und Abstimmungen erfolgen. Jeder Sprint soll ein Teilergebnis für den Kunden liefern.

Die bewusste Kurzfristigkeit der „Sprints“ hat allerdings den Nachteil, dass die langfristige Planung in den kurzen „Sprints“ oft übersehen werden kann. So können die Bearbeitungen von wichtigen Meilensteinen, die ursprünglich weit in der Zukunft liegen, in dieser Art des Projektmanagements vergessen werden und dadurch nicht pünktlich erreicht werden. Durch die hohe Priorität auf Arbeitspakete und Teilergebnisse kann daher das Endergebnis aus dem Fokus fallen. Kritisch ist auch, dass bei verfrühten Erreichen des Teilzieles, fehlt eine weiterführenden Vorgangsweise, da das Feedback des Kunden erst bei Ende der „Sprintdauer“ erfolgt.

Die Schlussfolgerung daraus ist, dass ein Einfließen von Teilelemente von Scrum in die Bauplanung zwar wünschenswert ist, jedoch Scrum als Einzelmethode nicht geeignet ist. Besonders die rein kurzfristige Betrachtungsweise macht eine Anwendung bei langfristig orientierten Planungen mit zu erfüllenden Lieferterminen schwierig.¹⁰⁶

6.3.2 Das Last Planner System® in der Bauplanung

Das aus der Bauausführung stammenden LPS (siehe 3.3.2) bietet im Gegensatz zu Scrum den erheblichen Vorteil, dass auch langfristigen Meilensteinen durch systematische Analysen hohe Beachtung geschenkt wird. Während die Produktionsplanung des Planungsteams üblicherweise sechs Wochen in die Zukunft reicht, werden mit der kooperativen Phasen-Terminplanung stets auch weit in der Zukunft stehende Meilensteine abgebildet. Die Planung des Prozesses sollte im LPS zwar auch kundenorientiert stattfinden, doch die Zielsetzung, geschieht nicht in, durch den Kunden vorgegebene, Arbeitspakete, sondern durch die Prozessausführenden (die Planer). Zusätzlich sind Indikatoren, die den Gesamtfortschritt des Projekts anzeigen, fester Bestandteil des LPS. Mehrere Fallstudien bewiesen, dass das LPS in der Bauplanung zu besserer Teamorientierung, klareren Aufgabenbeschreibungen, mehr Kommuni-

¹⁰⁶ FIEDLER; MARTIN: Lean Construction. S. 331f.

kation, verbesserter Aufgabenplanung und größerer Transparenz führt.¹⁰⁷

Ein reines Ableiten der Methode des LPS ist allerdings für die Bauplanung auch nicht empfehlenswert. Da zwar Zielsetzungen sehr gut kontrolliert werden können, jedoch, besonders in frühen Projektphasen, gar nicht ausreichend Information vorhanden sind um eine kooperative Phasen-Terminplanung oder eine Produktionsplanung zu ermöglichen. Anwendungen von Teilaspekten des LPS sind hinsichtlich der darin verantworteten Produktionssteuerung und -evaluierung sehr zu empfehlen.

6.3.3 Analyse der betrachteten Methoden von LEAN Design

Nach Betrachtung von zwei Methoden von LEAN Design wird augenscheinlich, dass zwar beide durchaus praktikabel sind, doch dass keine Methode explizit für die Problemstellung des LEAN Design entwickelt wurde.

In späteren Planungsphasen in der konkrete Planungsunterlagen erstellt werden ist eine Anwendung des LPS besser möglich, da die Prozessschritte, die notwendig sind um das Planungsziel zu erreichen, abschätzbar sind. Doch da das LPS immer auf einer kooperativen Phasen-Terminplanung basiert, die zumindest einige Monate der Zukunft abbildet, sind gerade die Leistungsphasen der Grundlagenermittlung und der Vorplanung problematisch, da konkrete Aussagen über den Verlauf schwierig abzuschätzen sind und daher die Sinnhaftigkeit der Messungen von Prozessen zu hinterfragen ist.

Ein auf Scrum basierendes Anwendungsmodell wäre prinzipiell in jeder Phase gut nutzbar, da es eine Methode ist, die durch enge Kooperation sehr stark auf Kundenwünsche eingeht. Gerade in den frühen Projektphasen kann diese Art der Organisation große und kurzfristige Änderungen in der Planung abbilden. Doch wie erwähnt ist die fehlende Möglichkeit der langfristigen Planung ein sehr großer Nachteil, besonders da üblicherweise Bauplanungsprozessen wenig Zeit eingeräumt wird.

Empfehlenswert ist daher die Einführung einer Methode, die in Grundzügen das LPS widerspiegelt um Prozessschritte langfristig planen und in der Nachbetrachtung überprüfen bzw. evaluieren zu können. Doch gerade in frühen Projektphasen ist die Integration einiger Prinzipien von Scrum von großem Vorteil. Diese muss aber immer unter der Voraussetzung gesetzt werden, dass auch in diesem Projektstadium langfristige, terminliche Zielsetzungen stets berücksichtigt werden. Denkbar wäre das ein in der Zukunft liegendes Ziel, z.B. der Abschluss einer Leistungspha-

¹⁰⁷ LIPP; MATTHIAS: Entwicklung und Implementierung eines betriebsinternen, simulationsunterstützten LEAN Construction Schulungskonzept. Masterarbeit. S. 14f.

se der Planung, in kleinere Teilziele aufgeteilt werden sollte, etwa in Ziele die zu Ende der jeweiligen „Sprintdauer“ überprüft werden können. In regelmäßigen Abständen kann nun das Planungsteam evaluieren ob die zusammen erstellten Teilziele erreicht worden sind und somit das Gesamtziel haltbar ist. Falls sich die Zwischenziele terminlich als nicht richtig herausstellen oder das Team zur Erkenntnis gelangt, dass sich ein oder mehrere Zwischenziele in keinem kausalen Zusammenhang mit dem Gesamtziel stehen, können Zwischenziele adaptiert oder komplett neu angesetzt werden.

Zentrales Ziel der angewandten Methode von LEAN Design muss die Schaffung eines integrierten Planungsteams sein, dass aus dem Muster der getrennten Planungen der Gewerke der traditionellen Planung wie im Leistungsmodell 2014 beschrieben wird ausbricht. Allen Planern sollte die Vorgehensweise der anderen Planungsgewerke bekannt sein, um ein höheres Verständnis für die Leistung der Teammitglieder zu erhalten und die eigene Leistung besser darin integrieren zu können. Um eine Kundenorientierung zu gewährleisten gilt es auch das klassischen Push-System mit einem Pull-System auszutauschen in dem Planende nur das produzieren, was wirklich für den nächsten Projektschritt benötigt wird.

Nesensohn definiert dazu Schritte um das LPS in Bauplanung anwenden zu können:

- "Sicherstellen von Vertrauen, Interesse und Kooperation des Projektmanagers in den neuen Prozess,
- Durchführen einer Sondierungsstudie, um die gegenwärtige Praxis von Planung und Workflow zu beurteilen,
- Abhalten eines Workshops, um die Praktiker mit dem LPS und seinen Vorteilen vertraut zu machen,
- Übertragen von Aufgaben und Verantwortlichkeiten, die den Fähigkeiten und der Erfahrung der Praktiker entsprechen,
- Einbeziehen derjenigen Praktiker, die verantwortlich sind für das Durchführen des Planungsprozesses,[...]
- Auswahl der relevanten Arbeitsabfolgen und Anzahl von Aufgaben für die Durchführung des Projektes,
- Einholen der terminlichen Zusagen/Verpflichtungen der Prozesseigner,
- Tägliches Überwachen des Arbeitsfortschritts,
- Identifizieren von Ursachen im Falle von Nichtfertigstellung.“¹⁰⁸

¹⁰⁸ FIEDLER; MARTIN: Lean Construction. S. 332f.

6.4 Anwendungsmodell von LEAN Design

Abgeleitet aus den Grundsätzen und den Methoden von LEAN Design und angepasst an das beschriebene Anwendungsmodell von LEAN Construction (siehe Kapitel 5) soll im folgenden Unterkapitel ein mögliches Anwendungsmodell von LEAN Design beschrieben werden. Das System orientiert sich am LPS, berücksichtigt allerdings, wie in 6.1 erörtert, die Besonderheiten der Planung.

Für LEAN Construction definiert das LPS sieben bzw. acht Hauptflüsse, damit Aufgaben auf Baustellen begonnen und abgeschlossen werden können. Da in der Planung und damit in LEAN Design andere Voraussetzungen herrschen, sind andere Hauptflüsse für den Beginn und den Abschluss von Tätigkeiten notwendig. Die fünf definierten Hauptflüsse von LEAN Design sind:

- Qualifizierte Mitarbeiter
- Richtige Planungsinformationen und -anweisungen
- Angemessene Ausstattung und Material (besonders hinsichtlich Hardware und Software)
- Vorhandene Vorleistung zur Verrichtung der Arbeit
- Gemeinsames Projektverständnis

Vorgänge und Tätigkeiten können nur effizient und fehlerfrei erfolgen, wenn alle fünf Hauptflüsse am Ort der Produktion zusammen geführt werden.¹⁰⁹

6.4.1 LEAN Design bei Projektstart

Der Projektstart in einem Anwendungsmodell von LEAN Design unterscheidet sich im Prinzip nur unwesentlich vom beschriebenen Projektstart in LEAN Construction (siehe 5.1). Daher ist auch hier ein anfängliches Treffen bzw. Kick-Off-Meeting zu halten, das drei Bereiche fördern soll:

- Verständnis als Projektteam
- Verständnis für das Projekt
- Verständnis für LEAN Design

Da Planung eine grundlegend andere Tätigkeit darstellt als die Bauausführung, ist in der Planung auch eine andere Projektorganisation üblich. So kann eine Planungsorganisation, die in wesentlichen Teilen durch ein Unternehmen durchgeführt wird, positiv auf das Verständnis als Projekt-

¹⁰⁹ FIEDLER; MARTIN: Lean Construction. S. 333

team auswirken. Wird dagegen die Planung ganz oder zu großen Teilen durch einzelne Fachplaner durchgeführt, ist dieses Verständnis noch forciert zu fördern. Im Sinne von LEAN Thinking soll, auch wenn sich die Planungsbeteiligten aus vielen Unternehmen zusammensetzen, ein Wandel weg vom abgekapselten Planen einzelner Teilschritte durch Einzelunternehmen, hin zur gemeinschaftlichen Bearbeitung von einem oder von wenigen Projekten durch ein integriertes Planungsteam erfolgen. Um die Bildung eines Bewusstseins von Projektteams, speziell bei mehreren beteiligten Unternehmen, zu stärken, wäre die Einführung eines Vertragssystems das diese gemeinschaftliche Betrachtung widerspiegelt zu empfehlen.

Das Projektverständnis zu Beginn eines Planungsprojekts unterscheidet sich stark zum Verständnis des Projekts in späteren Leistungsphasen oder zu Beginn der Ausführung. Insbesondere da die Informationen, die das Verständnis eines Projekts ausmachen zu einem großen Teil erst erarbeitet werden müssen. Allerdings müssen für eine konsequente Umsetzung von LEAN Design alle Planungsbeteiligten ein gemeinschaftliches Verständnis für die Anforderung des Endkunden, also des Bauherren, besitzen wie auch für die Anforderungen der anderen planenden Gewerke. Durch eine Simulation von LEAN Design mit dem Schwerpunkt auf das LPS soll das traditionelle, getrennte Arbeiten in Kleinstgruppen, welches das „Silodenken“ fördert zu einem gemeinschaftlichen, kundenorientiertem Planen weiterentwickelt werden. Diese Art des Verständnisses und das Verständnis als Projektteam stehen in enger Wechselwirkung.

Das Verständnis für LEAN Design soll für alle Beteiligten im Rahmen des anfänglichen Treffens bzw. Kick-Off-Meetings durch eine Simulation oder mehrere Simulationen dieses Systems erfolgen. Da die Methode dieses Anwendungssystems zu großen Teilen auf dem LPS basiert, ist eine Simulation des LPS sehr empfehlenswert. Weiters sollte speziell für LEAN Design auch das Arbeiten mit Zielkosten bzw. –werten und die kurzfristig orientierte Scrum-Planung simuliert werden. Besonders bei Projektstart und in den frühen Projektphasen sollte die Projektleitung auf die Durchführung des Anwendungsmodells insistieren, aber auch sinnvolle Ergänzungen durch das Projektteam herbeiführen. Die Simulationen und enges Feedback sollen eine Kombination einer Top-Down- und einer Bottom-Up-Implementierung ermöglichen.

Zentraler Ort der Planung sollte wie im beschriebenen LEAN Construction System der „Big Room“ sein. Dort sollen alle wichtigen planungsrelevanten Besprechungen erfolgen, alle Informationen der Planung und Koordination zusammenlaufen und die Planung der Planung erarbeitet und visualisiert werden. Die relevanten Evaluierungen und Einheiten der

Projektsteuerung sollen auch in diesem Raum erfolgen. Es wird empfohlen die Arbeitsbereiche der Planung aufgeteilt in Arbeitscluster möglichst nah um den „Big Room“ anzuordnen.¹¹⁰

Auf Abbildung 31 ist ein solches erweitertes „Big Room“ Konzept zu sehen.

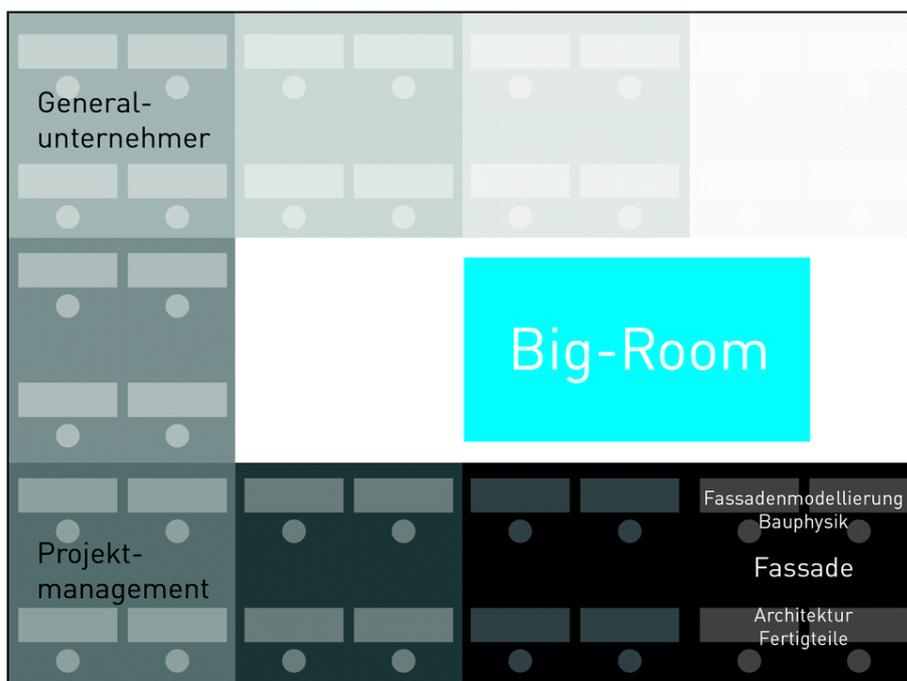


Abbildung 31 Beispiel eines erweiterten "Big Room" Konzepts¹¹¹

6.4.2 LEAN Design in der Grundlagenermittlung

Nach dem Projektstart und dem Beginn der Vermittlung der drei, im letzten Kapitel beschriebenen Verständnisse, beginnt das tatsächliche Projekt mit der ersten Leistungsphase, der Grundlagenermittlung. Das Ziel der Grundlagenermittlung nach dem Leistungsbild ist eine Ermittlung und Erhebung der Voraussetzungen des Bauprojekts und das Erarbeiten der Vorgaben und Grundlagen zur Klärung der Aufgabenstellung.¹¹²

Zu erwähnen ist, dass sich der Projektstart und die Grundlagenermittlung in diesem Anwendungsmodell teilweise überschneiden. Da der tatsächliche Projektstart mit dem Herantreten des Bauherren an das Projektmanagement des Planers bzw. der Objektplanung. Von dem Bauherren gilt

¹¹⁰ FIEDLER; MARTIN: Lean Construction. S. 334

¹¹¹ https://media.springernature.com/original/springer-static/image/chp%3A10.1007%2F978-3-662-55337-4_20/MediaObjects/416998_1_De_20_Fig4_HTML.png. Datum des Zugriffs: 23.04.2019

¹¹² WKO ÖSTERREICH: Leistungsbild Innenarchitektur. https://www.wko.at/branchen/w/information consulting/ingenieurbueros/lb_ia.pdf. Datum des Zugriffs: 27.04.2019

es zuerst die Anforderungen an das Bauwerk, den geplanten Fertigstellungstermin und das gegebene Budget zu definieren. Falls die Errichtung des Bauwerks mit einem Generalunternehmer erfolgen soll, ist dieser auch bereits möglichst bald nach Formulierung der Projektidee und der groben Rahmenbedingungen miteinzubeziehen. Nach Bekanntgabe der groben Rahmenbedingungen ist der erste Terminplan mittels Pullplanung zu erstellen. Dazu werden vom geplanten Übergabetermin weg rückwärts die Terminalschiene der Bauausführung und die Leistungsphasen der Bauplanung festgelegt. Wie in der Pullplanung üblich, sollen alle Angaben pufferfrei erfolgen um letztendlich einen Gesamtpuffer des Projekts ermitteln zu können.

Nachdem im vorherigen Prozessschritt der erste Grobterminplan in enger Zusammenarbeit der Generalplanung bzw. der Objektplanung, des Bauherren und eventuell des Generalunternehmers erfolgt ist, sollten nun die Gesamt- und Teilergebnisse für die ersten zwei Leistungsphasen festgelegt werden. Neben den allgemeinen Vorgaben des Leistungsmodells 2014, ist nun konkret anzugeben welche Information durch welche Partei zu welchem Zeitpunkt innerhalb der Leistungsphasen Grundlagenermittlung und Vorentwurfsplanung benötigt bzw. gewünscht wird. Diese Punkte sollen durch eine Visualisierung im „Big Room“ dargestellt sein und der Überprüfung von langfristigen Projektzielen in frühen Projektstadien dienen.

Um mit der tatsächlichen Bedarfsplanung für das Projekt beginnen zu können, müssen noch durch die bisherigen Projektbeteiligten weitere Schlüsselgewerke in der Planung definiert werden. Dazu sollten im Hochbau unbedingt, neben der bereits beteiligten Objektplanung, die Tragwerksplanung sowie die Planung der technischen Gebäudeausrüstung zählen. Es wird empfohlen die Schlüsselgewerke der Fachplanung vor Abschluss der Grundlagenermittlung in das Projekt einzubinden, damit eine gemeinschaftliche Bedarfsplanung erfolgen kann. Das Kick-Off-Meeting inklusive der Simulation, die im vorherigen Unterkapitel beschrieben wurde, sollte bei Beginn der Einbindung aller Schlüsselgewerke der Planung stattfinden. Außerdem sollte festgelegt werden wann, es am sinnvollsten ist weitere Fachplaner und bereits ausführende Schlüsselgewerke in den Planungsprozess miteinzubeziehen. LEAN Thinking legt die frühestmögliche bzw. sinnvolle Beteiligung aller relevanten Projektbeteiligten nahe.

Nach den anfänglichen gemeinschaftlichen Beschlüssen über die Vorgehensweise startet die tatsächliche Bedarfsplanung. Dieses Anwendungsmodell empfiehlt eine scrumbasierte Planung mit parallelaufender Überprüfung der langfristigen gesetzten Meilensteine in dieser frühen Planungsphase. Dabei soll die Planungszeit in „Sprints“, mit der empfohlenen Dauer von vier Wochen, eingeteilt und im Voraus Tätigkeiten zur Erreichung des „Sprintziels“ definiert werden. Die Tätigkeiten sollen bei einer wöchentlichen PEP auf ihre Sinnhaftigkeit überprüft und ergänzt

werden. Diese „Sprintziele“ werden nach Ablauf der „Sprintdauer“ dem Bauherren präsentiert und erhalten dadurch ein direktes Feedback.

Gleichzeitig wird die Einhaltung der definierten langfristigen Meilensteine in jeder PEP bereits vorausschauend betrachtet. Sobald festgestellt wird, dass ein Meilenstein nicht mehr in ursprünglich angegebener Zeit erreicht werden kann, soll durch eine gemeinschaftliche Analyse der Gründe der Verzögerung bzw. Störung gesucht werden. Aus dieser Analyse sollen konkrete Maßnahmen abgeleitet werden, wie der Termin gehalten oder die Verzögerung möglichst kurz gestaltet werden kann. Weiters wird empfohlen auch die Verzögerungs- oder Störungsgründe einer Analyse zu unterziehen um diese in Zukunft unterbinden zu können.

Mit dem Abschluss der im Leistungsmodell 2014 (siehe 4.2.1) beschriebenen fachlichen Ziele des Bauprojekts in dieser Leistungsphase ist die Grundlagenermittlung abgeschlossen und das Projekt tritt in die nächste Leistungsphase ein.

In Abbildung 32 sind die wichtigsten Prozessschritte dieser Leistungsphase zusammengefasst.

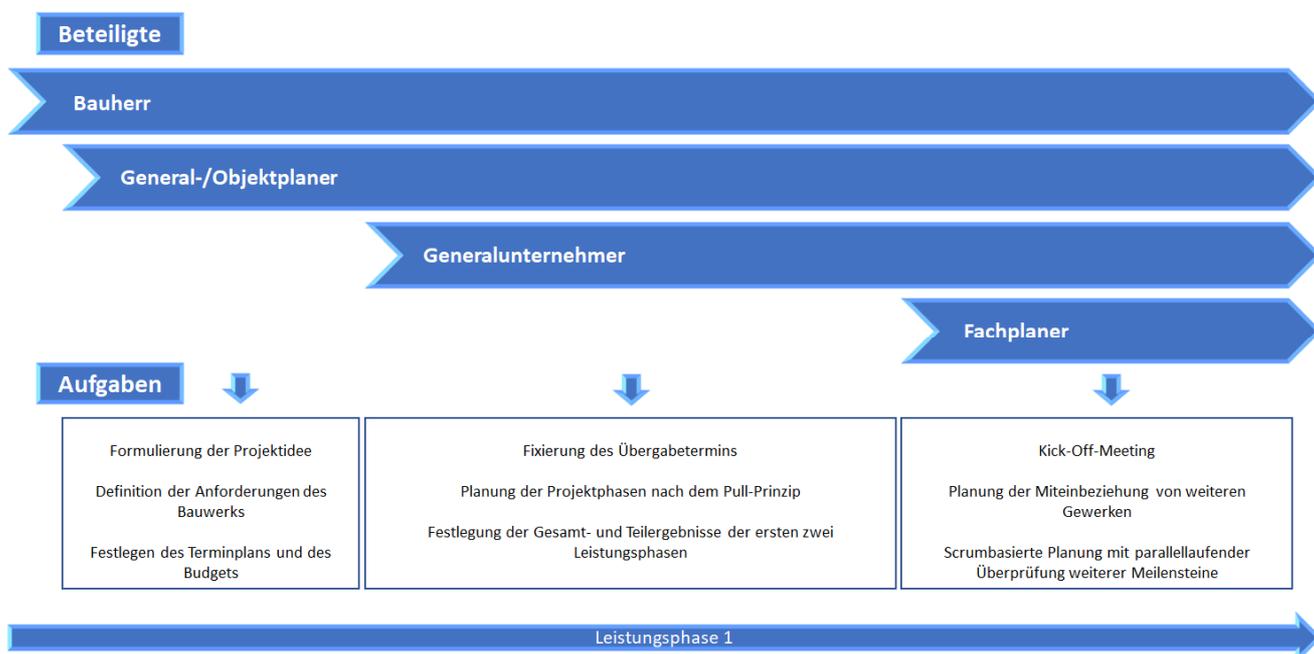


Abbildung 32 Organisatorische Prozessschritte in der Grundlagenermittlung des Anwendungsmodells von LEAN Design

6.4.3 LEAN Design in der Vorplanung

Mit dem Abschluss der Klärung des Bedarfs für die Verwirklichung der Projektidee beginnt die zweite Leistungsphase. In der Vorplanung bzw. Vorentwurfsplanung ist eine grundlegende Lösung zur Verwirklichung des Bauprojekts zu erstellen und erstmals darzustellen.¹¹³

Die Vorplanung ist die erste Phase in der die Projektidee zu einem Projektkonzept konkretisiert wird. In der traditionellen Bauplanung erfolgt hier die Variantenplanung, die vom Bauherren abgelehnt, ergänzt oder angenommen wird. Da LEAN Design den Anspruch hat negative Planungsiterationen zu eliminieren, muss besonders in dieser Phase eine sehr enge Kooperation mit dem Bauherren vorherrschen. Durch das Projektteam ist zu klären, welche konkreten Anforderungen und Vorstellungen der Bauherr vom herzustellenden Bauwerk bereits hat. Da Bauherren üblicherweise nicht fachkundig im Bauwesen sind, sollte die konkrete Umsetzung der Anforderungen mit regelmäßigen Feedbackzyklen versehen werden. Es wird empfohlen, dass diese kurzfristigen Feedbackzyklen in die „Sprints“ des scrumbasierten Planungssystems übernommen werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die neuen Teilplanungen, die noch nicht durch den Bauherren bestätigt wurden nur konzeptionell geplant werden. Einerseits deshalb, weil aufgrund der Kurzfristigkeit des Anwendungsmodells in dieser Phase nur wenig Zeit für eine detailliertere Ausführung lässt, andererseits sollen im Sinne des Gedanken von LEAN Thinking nur der Wunsch des Kunden produziert werden. Da der Wunsch des Kunden in der Planung erst konkretisiert wird, sollen viele kurzzeitige positive Planungsiterationen den Kundenwunsch möglichst gut und verschwendungsfrei darstellen.

Da in der Leistungsphase Vorplanung auch die ersten Darstellungen des zu planenden Bauwerks erarbeitet werden, sollte auf ein System zurückgegriffen werden, dass das kollaborative Bearbeiten der Planung unterstützt. Deswegen ist für ein modernes, integriertes Planungsteam die Anwendung eines Building Information Modelling Systems unabdingbar. Ein solches System sollte ab Beginn der ersten graphischen Konzepte angewandt werden und konsequent über alle Phasen der Planung bis in die Bauausführung und in den Betrieb weitergeführt werden. Ziel ist es dadurch alle Informationen über das Bauwerk zentral zu sammeln und jederzeit abrufen zu können. Building Information Modelling ist besonders in der Bauplanung in enger Wechselwirkung mit dem Anwendungsmodell von LEAN Design zu sehen. Während dieses LEAN Design das Ziel hat die organisatorische Grundlage für kollaboratives Planen zu ermöglichen, schafft BIM die technische Voraussetzung um das gemeinschaftliche Planen zu realisieren. Die BIM-Planung sollte immer durch

¹¹³ WKO ÖSTERREICH: Leistungsbild Innenarchitektur. https://www.wko.at/branchen/w/information-consulting/ingenieurbueros/lb_ia.pdf. Datum des Zugriffs: 27.04.2019

ein eine auf BIM spezialisierte Teileinheit des Planungsteams unterstützt werden. Das Verhältnis von LEAN Design und BIM ist daher als symbiotisch zu sehen.¹¹⁴

Deshalb ist bereits bei Beginn der Integration der BIM-Unterstützung in das Projekt ein BIM Execution Plan zu erstellen. Der BIM Execution ist vergleichbar mit einem Strategiepapier, dass in jedem spezifischen Projekt festlegt in welcher Form und in welchem Umfang BIM angewandt werden soll. Außerdem ist auch darin direkt festzulegen, wie sich die BIM-Implementierung auf die Planungsprozessschritte auswirkt und welche Planungsteammitglieder welche Zuständigkeiten innehaben. In diesem Dokument sollte auch die Detaillierungstiefe nach Leistungsphase festgelegt werden, beispielsweise nach dem Level of Detail (LOD). Dabei sollte in jeder Leistungsphase die Detaillierungstiefe eingehalten werden, da durch die Erstellung zu hoher Detaillierungstiefen die Verschwendung im Falle von negativen Iterationen noch weiter erhöht wird. Besonders in den frühen Projektphasen ist zu empfehlen, dass die Planung agil und kurzfristig agiert und nicht Planungszeit in hohe Detaillierungstiefen investiert.¹¹⁵

Da in dieser Phase bereits das grundsätzliche Konzept des zu errichtenden Bauwerks entsteht, sollten auch im Laufe der Vorplanung die zuständigen Behörden in den Planungsprozess miteingebunden werden. Wie der Bauherr sollte die Behörde als Kunde im Planungsprozess gesehen werden, weil sie projekterfolgsentscheidende Stakeholder sind. Aus diesem Grund ist es notwendig die Anforderungen der zuständigen Behörden frühzeitig festzustellen und ihnen die benötigten Unterlagen wie gewünscht zukommen zu lassen. Es sollte ein ähnlicher, eventuell weniger kurzfristiger, Feedbackzyklus wie mit dem Bauherren eingerichtet werden um auf notwendige Änderungen schnell reagieren zu können. Ziel ist es durch die frühe Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden negative Planungsiteration zu eliminieren, da rechtzeitig Feedback über die Verwirklichbarkeit der Planung abgegeben wird.

Die klassische Bauplanung trifft in der Vorplanung die erste Schätzung über die Terminalschiene und Projektkosten. Da in LEAN Design bereits in der Grundlagenermittlung sowohl die erste Pullplanung als auch das Budget fixiert wurde, gilt es hier die in dieser Phase hinzugewonnenen Informationen in die Kosten- und Terminplanung miteinfließen zu lassen. Das scrumbasierte Planungssystem aus der Grundlagenermittlung inklusive der stetigen Überprüfung von langfristigen Meilensteinen kann weitergeführt werden. Gerade in der Leistungsphase der Vorplanung werden zahlreiche grundlegende Entscheidungen getroffen. Wie bereits

¹¹⁴ MAUERHOFER, G.; KRANINGER, M.: Bauunternehmensführung 2017. S. 111 f.

¹¹⁵ BORRMANN, A. et al.: Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. S. 582

erörtert, sollte daher besonders in dieser Phase der Bauherr noch stärker eingebunden werden. Empfohlen wird die aktive Teilnahme eines Bauherrenvertreters an den wöchentlichen PEP's um direktes, kurzfristiges Feedback sicherzustellen. Die Planungsstruktur in Form der „Sprints“ bleibt in dieser Leistungsphase im Anwendungsmodell weiter erhalten. Das Äquivalent zur Kostenschätzung des LEAN Design Modells erfolgt durch die Methode des Target Value Designs (siehe 6.2.1). Daher darf keine Planungsvariante das veranschlagte Budget überschreiten. Empfohlen wird ein Innovationsanreiz für die Planung in Form einer zusätzlichen Prämie bei Unterschreitung des Planungs- und Baubudgets bei gleichzeitiger Erfüllung aller bauherrenseitiger Anforderungen. Die optimale, Ausführungsvariante in diesem System wäre die günstigste Variante, die zur selben Zeit auch alle definierten Anforderungen des Bauherren erfüllt.

In Abbildung 33 sind die wichtigsten Prozessschritte dieser Leistungsphase zusammengefasst.

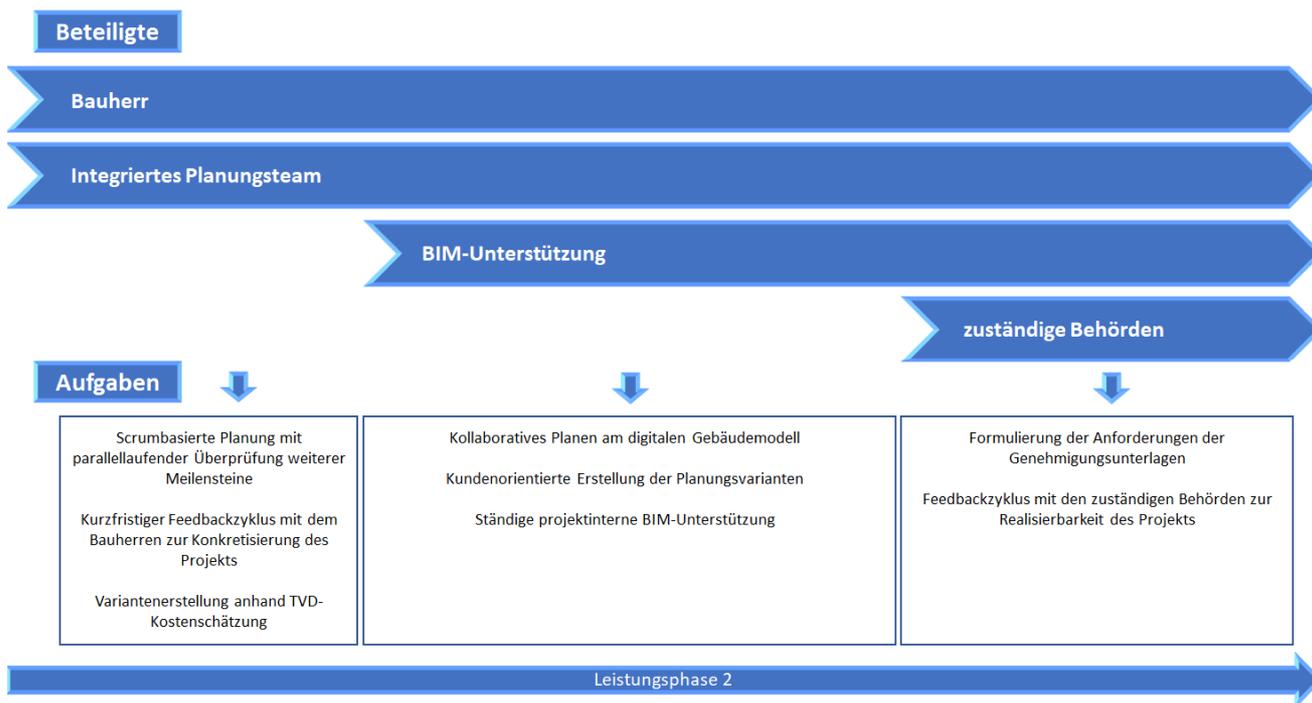


Abbildung 33 Organisatorische Prozessschritte in der Vorplanung des Anwendungsmodells von LEAN Design

6.4.4 LEAN Design In der Entwurfsplanung

Nachdem in der Vorplanung die grundsätzliche Lösung für die Verwirklichung des Bauprojekts festgelegt wurde, ist in der nächsten Phase, der Entwurfsplanung, die endgültige Lösung festzulegen und darzustellen.¹¹⁶

Da bereits ein grundlegendes Planungskonzept festgelegt und visualisiert wurde, ist nun eine langfristige Vorschau und genauere Planbarkeit der Vorgänge und Tätigkeiten möglich. Deshalb wird in dieser Leistungsphase die scrumbasierte Planung reduziert und begonnenen Elemente des LPS zu verwenden. Als Basis der Planung wird erstmals in der Planung eine GPA angewandt in der das gesamte Planungsteam die Prozessschritte und Meilensteine bis zum Ende der Leistungsphase logisch und ohne Angabe der Zeitdauer aneinanderreihet. Da in der Planung oft zahlreiche Abhängigkeiten zwischen den Fachplanern herrschen, wird empfohlen für Bereiche, die besonders komplex und interdisziplinär sind, eine Teilprozessanalyse zu erstellen. Die Teilprozessanalyse, kurz TPA, ist ähnlich aufgebaut wie die Gesamtprozessanalyse, allerdings hat sie die Systemgrenzen des betrachteten Teilprozesses. Ziel ist es fehleranfällige Teilprozesse aufzuschlüsseln und in einer Wertstromanalyse so darzustellen, dass mögliche auftretende Probleme bereits im Teilprozess erkannt werden. Nach jedem Teilprozess sollte eine Kommunikations- und Evaluierungsbesprechung durch die Teilprozesseigner durchgeführt werden um das Ergebnis endgültig prüfen zu können und im Sinne des KVPs aufgetretene Probleme für zukünftige Zusammenarbeiten vorausschauend zu lösen.

Auf Basis des Ergebnisses des GPA-Workshops soll daraufhin ein MPP erstellt werden. Wie bereits erwähnt (siehe 5.3.1) werden am MPP Vorgänge mit einer konkreten Zeitdauer und einem konkreten Ort dargestellt. Für die Erstellung des MPP's in der Bauausführung werden Baulose mit ähnlicher Größe definiert. In der Planung ist eine solche Aufteilung meist nicht sinnvoll, da der Arbeitsaufwand nicht mit der geplanten Fläche, sondern eher mit verschiedenen Gestaltungsmöglichkeiten zusammenhängt. Entspricht z.B.: ein Stockwerk eines Gebäudes, exakt einem anderen Stockwerk muss dieses nur einmal geplant werden. Deshalb soll das integrierte Planungsteam im MPP-Workshop gemeinschaftlich sinnvolle Betrachtungsbereiche festlegen. Eine planungsgewerkeweise Aufteilung des MPP wird nicht empfohlen, da das LPS in seiner Visualisierung bewusst Schnittstellen sichtbar machen will.

Die kurzfristige Planung bedient sich einigen Konzepten von Scrum und des LPS. Während durch die GPA und den MPP die langfristige Planung nicht mehr nötig ist, soll weiterhin die kurzfristige Planung dem Bauher-

¹¹⁶ WKO ÖSTERREICH: Leistungsbild Innenarchitektur. https://www.wko.at/branchen/w/information-consulting/ingenieurbueros/lb_ia.pdf. Datum des Zugriffs: 27.04.2019

ren präsentierbare Teilergebnisse liefern können um regelmäßiges Feedback zu ermöglichen. Die Einbindung des Bauherren muss jedoch nicht mehr so intensiv wie in der Vorplanung erfolgen, da wesentliche grundlegende Entscheidungen bereits getroffen wurden und diese nun noch ausgestaltet werden müssen. Auch die Vorschauplanung des LPS kann in der Entwurfsplanung übernommen werden. Eine Verkürzung des betrachteten Zeitraums der Wochenvorschauen von üblicherweise sechs wird jedoch auf vier Wochen empfohlen, da in dieser Leistungsphase nicht die gleiche Planbarkeit wie sie in der Ausführung oder in späteren Leistungsphasen gegeben ist.

In dieser Phase sollte bei Hochbauprojekten, sofern es nicht bereits in den Phasen davor geschehen ist, das Gewerk der Bauvorbereitung und der Bauphysik miteinbezogen werden. Die Bauvorbereitung ermittelt in dieser Leistungsphase die Bauweise bzw. Baumethode und legt Maßnahmen bzw. Zustände fest, die zur Errichtung des Bauwerks notwendig sind (z.B.: Anzahl von Kränen, grundlegende Schalungs- und Bewehrungsplanung). Die Bauphysik erstellt auf Basis der grundlegenden Lösung das Konzept des Wärme- und Schallschutzes. Die betrachteten Schlüsselgewerke der Planung der Architektur, des Tragwerks und der technischen Gebäudeausrüstung wirken zusammen um den definierten Entwurf fertigzustellen. Der Entwurf beruht auf der Basis des Zusammenwirkens der gestalterischen Vorgaben der Objektplanung, der endgültigen Ausarbeitung des statischen Systems durch die Tragwerksplanung und den fixierten und bemessenen Systemen der TGA-Planung, sowie aller weiterer notwendiger Unterlagen des integrierten Planungsteams.

Auf Grundlage des BIM-Modells des Entwurfs kann die gemeinsame Termin- und Kostenberechnung der Ausführung, sowie etwaiger lebenszyklusorientierter Wirtschaftlichkeitsberechnung (z.B.: Systeme der TGA) gemeinschaftlich durchgeführt werden. Das integrierte Projektteam soll auch in dieser Phase eng mit den Behörden, ähnlich wie in der Leistungsphase Vorplanung, zusammen arbeiten. Bevor die Entwurfsplanung finalisiert wird, hat noch eine Abstimmung des Projektteams zu erfolgen ob der Entwurf noch ergänzt werden sollte. Eventuelle Ergänzungen sind noch bevor Beendigung der Leistungsphase in das Entwurfsmodell miteinzubeziehen.

In Abbildung 34 sind die wichtigsten Prozessschritte dieser Leistungsphase zusammengefasst.

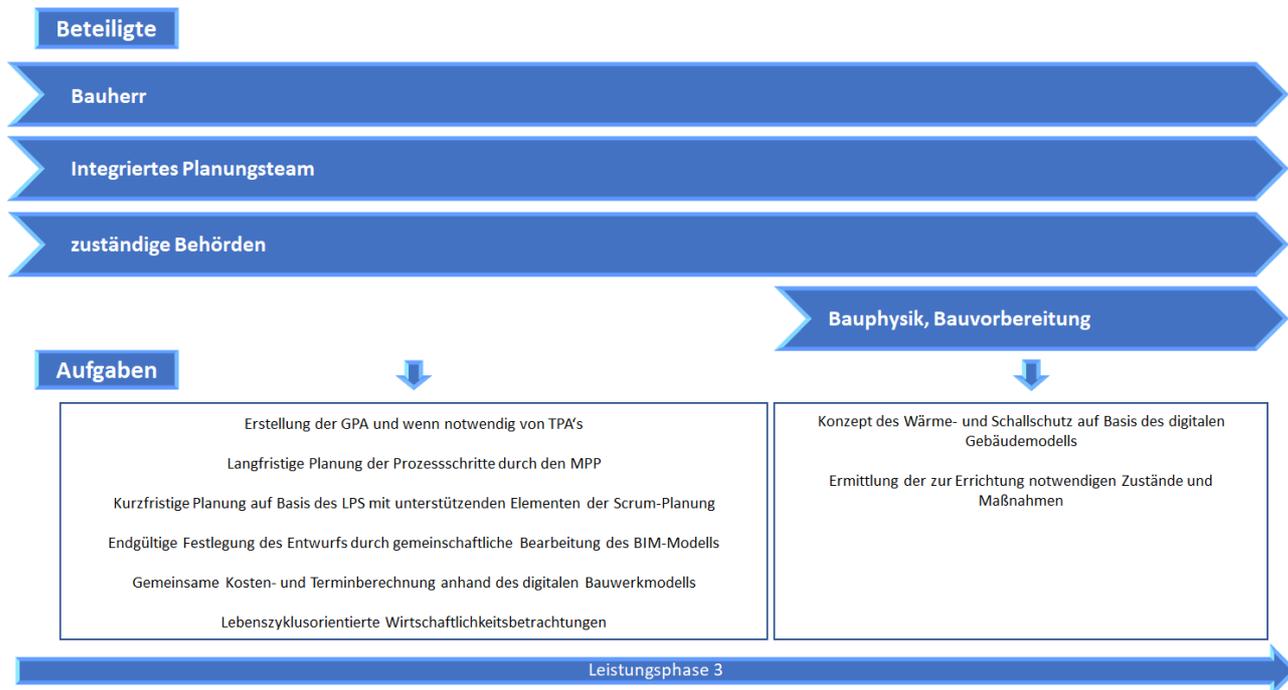


Abbildung 34 Organisatorische Prozessschritte in der Entwurfsplanung des Anwendungsmodells von LEAN Design

6.4.5 LEAN Design in der Bewilligungsplanung

Mit Abschluss der Festlegung der endgültigen Lösung beginnt die Leistungsphase der Bewilligungsplanung in der die Unterlagen für die erforderlichen Genehmigungen erarbeitet werden.¹¹⁷

Die Bewilligungsplanung ist in diesem Anwendungsmodell die kürzeste betrachtete Leistungsphase, da durch die enge Zusammenarbeit mit den Behörden seit der Vorplanung die notwendigen Bewilligungsunterlagen nur noch adaptiert werden müssen. Auf Grund des kurzzeitigen Charakters wird die Bewilligungsplanung teilweise als Zusatz zur Entwurfsplanung gesehen.

Da die Phase keine komplexen Vorgänge beinhalten sollte, wird auf die Erstellung einer GPA verzichtet und ausschließlich ein MPP-Workshop abgehalten. Zu beachten ist, dass in dieser Leistungsphase der Endkunde die für die Genehmigung zuständigen Behörden sind. Um keine weiteren Störungen oder Verzögerungen des Planungs- oder Bauprozesses zu verursachen, sollte während der Einreichungsplanung besonders auf den rechtzeitigen Abschluss von Prozessschritten und Vorgängen geachtet werden. Da in dieser Leistungsphase durch die Grundlagen der

¹¹⁷ WKO ÖSTERREICH: Leistungsbild Innenarchitektur. https://www.wko.at/branchen/w/information-consulting/ingenieurbueros/lb_ia.pdf. Datum des Zugriffs: 27.04.2019

Entwurfsplanung und der gegebenen Voraussetzungen der zuständigen Behörden die Prozessschritte für das integrierte Projektteam bekannt sein sollten, wird auf die kurzfristige scrumbasierte Planung verzichtet und die, im LPS übliche, Vorschauplanung angewendet. Deswegen wird empfohlen, im Unterschied zur vorherigen Leistungsphase, die im LEAN Construction übliche Vorschaudauer von sechs Wochen zu übernehmen. Weiters ist es vom Planungsteam zu entscheiden, ob die in der Entwurfsplanung festgelegten Baulose beizubehalten sind oder neu definiert werden sollten.

Da durch die Vorabstimmungen und Verhandlungen mit den Behörden die Anforderungen bereits bekannt sind, sollten die Unterlagen der Vorplanung und Entwurfsplanung nur noch adaptiert und spezifiziert werden. So muss die Objektplanung noch die notwendigen Pläne ausarbeiten, auf deren Basis eine Gebäudebeschreibung erstellt wird. Die Tragwerkplanung hat noch hinreichende statische Berechnungen durchzuführen, die von der, durch eine andere Stelle durchgeführte, Prüfstatik begutachtet und freigegeben wird. Dementsprechend sind auch statische Positionspläne zu erstellen. Das Planungsgewerk Bauphysik stellt die für die Behörden notwendige Dokumentation des Schall- und Wärmeschutzes zusammen. Spätestens in dieser Phase muss die Planung des Brandschutzes in das Projekt miteingebracht werden um ein Brandschutzkonzept zu erstellen. Falls eine Gebäudezertifizierung vorgesehen ist, wird von der Nachhaltigkeitsplanung ein Energieeinsparungsverordnungsbericht erstellt um eine Vorzertifizierung von der Zertifizierungsstelle zu bekommen. Die erstellten Unterlagen werden gesammelt der Behörde und dem Bauherren übermittelt.

Erfolgt die Freigabe durch die zuständigen Behörden ist diese Leistungsphase abgeschlossen. Etwaige Auflagen sind noch in die Planungsunterlagen bzw. das Bauwerksmodell einzuarbeiten. Bei Ablehnung des Bauantrags sind die fehlenden oder mangelnden Unterlagen nachzureichen und es ist ein neuer Bauantrag zu stellen.

In Abbildung 35 sind die wichtigsten Prozessschritte dieser Leistungsphase zusammengefasst.

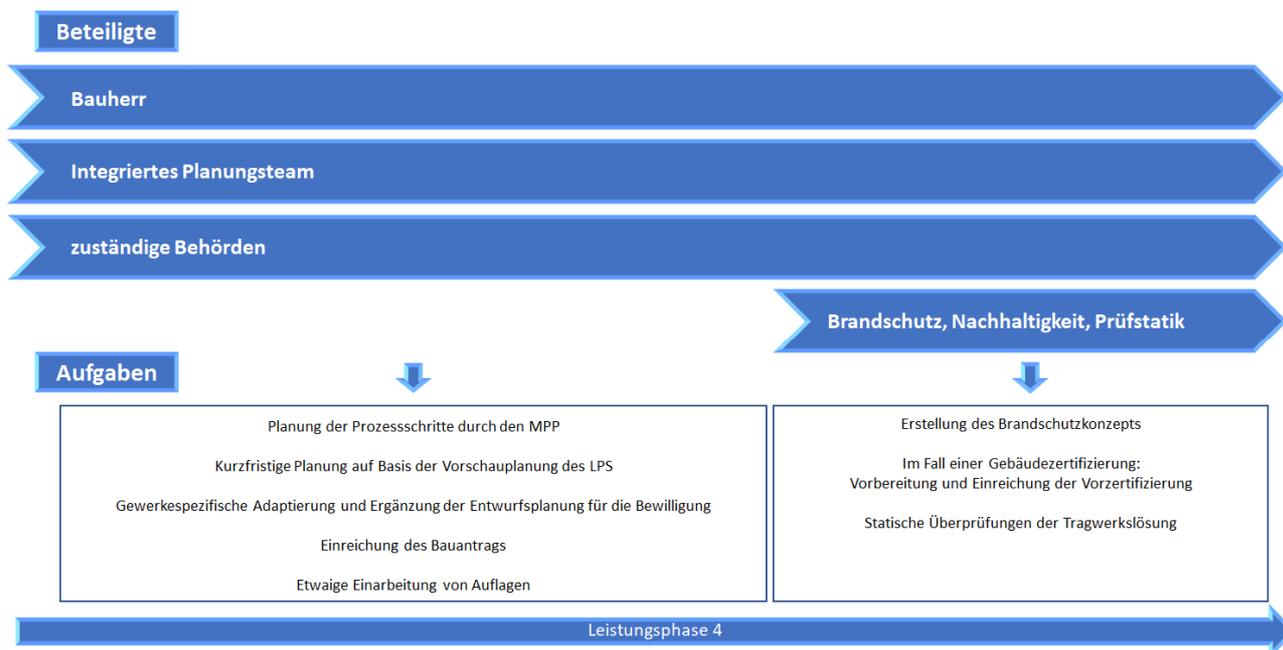


Abbildung 35 Organisatorische Prozessschritte in der Bewilligungsplanung des Anwendungsmodells von LEAN Design

6.4.6 LEAN Design in der Ausführungsplanung

Die letzte ausführlich betrachtete Leistungsphase der Planung ist die Ausführungsplanung. In der Ausführungsplanung soll die ausführungsfähige Lösung des Bauwerks erarbeitet und dargestellt werden.¹¹⁸

Nach dem Erfolgen der Baugenehmigung sind nun ist das Bauwerk so detailliert, dass daraufhin konkrete Massen ermittelt und auf Basis der Unterlagen die Bauausführungen begonnen werden können. Diese Leistungsphase baut auf der festgelegten, ausgearbeiteten und bewilligten Lösung der vorhergehenden Phasen auf. Wie bereits in der Bewilligungsplanung stützt sich die Ausführungsplanung aufgrund der guten Vorhersehbarkeit der Prozessschritte auf Werkzeuge des LPS. Die Rolle des Bauherren sollte jedoch stärker in die Planung eingebunden werden als in der Bewilligungsplanung. Weil grundlegende Entscheidungen bereits getroffen wurden, ist allerdings keine ähnlich große Beteiligung notwendig wie in den ersten drei Leistungsphasen der Planung.

Der erste Schritt des integrierten Planungsteams ist das Erstellen einer GPA. Diese Analyse soll eine vollständige und logische Produktionsrei-

¹¹⁸ WKO ÖSTERREICH: Leistungsbild Innenarchitektur. https://www.wko.at/branchen/w/information consulting/ingenieurbueros/lb_ia.pdf. Datum des Zugriffs: 27.04.2019

henfolge in der Ausführungsplanung, ähnlich wie in vorherigen Leistungsphasen oder der Ausführung, sicherstellen. Auch in dieser Phase sind stark vernetzte und interdisziplinäre Prozessschritte in separaten TPA zusätzlich zu definieren. Dabei ist gleich vorzugehen wie im Unterkapitel LEAN Design in der Entwurfsplanung (siehe 6.4.4) beschrieben wurde.

Aufgrund des hohen Aufwands und Detailreichtums dieser Planung empfiehlt sich vor der weiteren Vorgangsweise einen Strategie-Workshop abzuhalten. Besonders in dieser Leistungsphase müssen alle Planungsgewerke stark vertieft in den jeweiligen Fachgebieten arbeiten. Um Fehler und negative Iterationen zu vermeiden, soll deswegen vor Beginn der spezialisierten Ausführungsplanung eine gemeinsame Strategie erarbeitet werden wie die Koordinierung erfolgt und auf welche Weise das Bauwerk fertig geplant und gebaut werden soll. Ziel ist es vor der Erstellung des MPP's die Arbeitsweisen aller Beteiligten zu verstehen. Diese Maßnahme erfolgt um die Kundenorientiertheit des Wertstroms zu garantieren, da in dieser Prozessphase am häufigsten Mitglieder des Projektteams Kunden der Prozessschritte sind. Außerdem sollten Schlüsselgewerke der Bauausführung definiert werden und anschließend der Auswahlprozess für diese Gewerke begonnen werden.

Nach Klärung der Strategie wird der MPP Workshop durchgeführt. Dieser erfolgt mit Ausnahme von Adaptierungen an die Leistungsphase im gleichen Prinzip wie in den bereits beschriebenen Phasen. Größte Änderung ist die Anpassung der Baulose, da die Ausführungsplanung wesentlich kleinteiligere und detailliertere Information erzeugt, müssen die betrachteten Baulose individuellere Bereiche abdecken. Die Aufteilung in diese Bereiche wird weiterhin gemeinschaftlich durch das Planungsteam erstellt.

Die spezifische Ausarbeitung in der Ausführungsplanung beginnt wie bei LPS-orientierten Anwendungsmodellen üblich mit der Erstellung der Vorschauplanung. Da auch in dieser Leistungsphase die Vorhersehbarkeit von Tätigkeiten gegeben ist, wird wie in der Bewilligungsplanung auch hier eine Vorausschau von sechs Wochen empfohlen. Elemente der scrumbasierten Planung werden nicht mehr angewandt. Die durchzuführenden Tätigkeiten dienen der Erstellung der ausführungsfertigen Pläne. Zentrale Schnittstelle aller Gewerke ist das digitale Bauwerksmodell. Die Objektplanung, Tragwerksplanung und TGA-Planung wirken intensiv zusammen um komplexe Problemstellungen wie Bauteilmodellierungen Durchbrüche und Ausbaupläne effizient erstellen zu können. Die weiteren Mitglieder des Projektteams ergänzen in ihrer Planung die drei hauptsächlich betrachteten Schlüsselgewerke (z.B. Wärme- und Schallschutzmaßnahmen fixieren, genaue Kranplanung und Einreichung des Nachhaltigkeitszertifikats).

Bereits in der Ausführungsplanung sollen die Schlüsselgewerke, die später erfolgskritisch für die Bauausführung sind mit einbezogen werden.

Daher gilt es sie nach Ende des Auswahlprozesses in die Ausführungsplanung mit einzubeziehen. Dadurch können diese Gewerke in beratender Funktion direkt Einfluss auf die Planung haben und durch praktische Erfahrung eine weitere Betrachtungsweise miteinbringen. Bei partnerschaftlichen Vertragsformen, die den Projekterfolg als Priorität setzt und innovative Zugänge fördert, ist auch eine gemeinschaftliche Gestaltung der Kosten- und Terminplanung zu empfehlen. Die Kostenplanung kann durch diesen Miteinbezug direkt überprüft werden und durch die Expertise der Baugewerke realitätsnäher abgeschätzt werden. Auch in der Terminplanung können gewählte Ansätze durch ausführende Unternehmen kontrolliert und plausibilisiert werden.

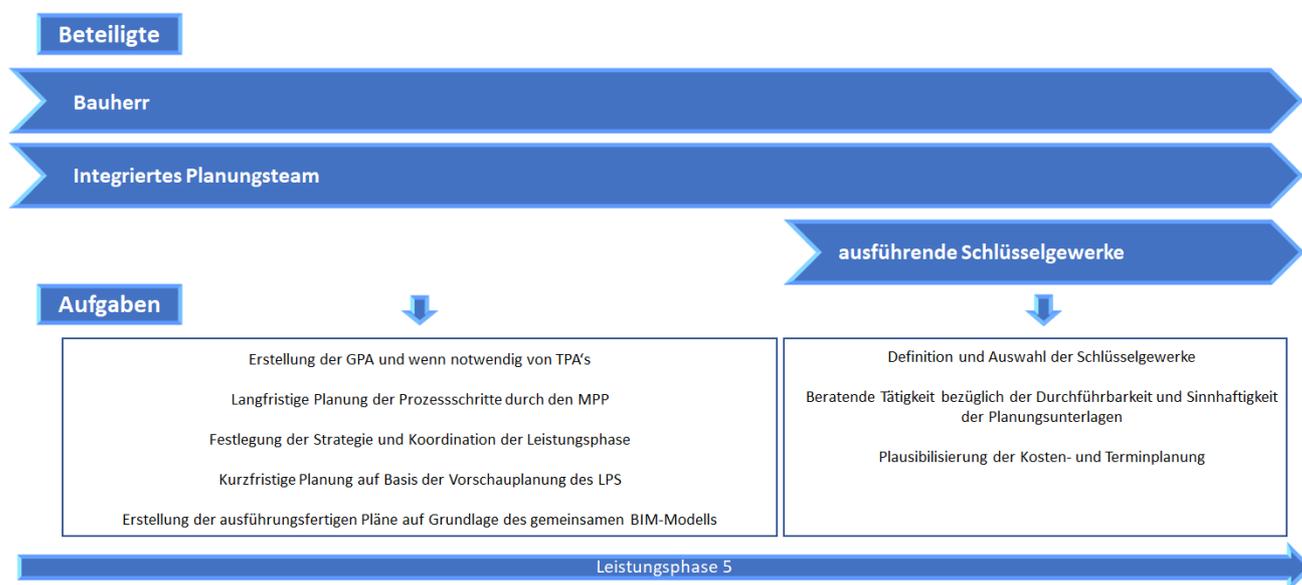


Abbildung 36 Organisatorische Prozessschritte in der Ausführungsplanung des Anwendungsmodells von LEAN Design

6.4.7 LEAN Design in der Vergabe

Die Vergabe wird in der klassischen Projektplanung als Abschluss der Leistungsphasen der Planung gesehen. LEAN Design kann jedoch nur schwierig in dieser Phase angewandt werden, da einerseits mit der Vergabe der bis dahin erfolgende schöpferische und kreative Prozess in einen rechtlichen und wirtschaftlichen umgewandelt wird, in dem gemeinschaftliche und kundenorientierte Organisation eine untergeordnete Rolle spielen. Andererseits ist die Vergabe in gegenwärtiger Form bedingt mit den Grundlagen von LEAN Thinking übereinzustimmen. Trotz Einführung des Bestbieterprinzips ist der niedrigste Preis meist (bei Anwendung des Bundesvergabegesetzes immer) der wesentliche Faktor der Unternehmenswahl. Der Fokus liegt daher nicht auf die Förderung von innovativen und verlässlichen Partner um die Chance auf Erfolg von Projekten zu erhöhen, sondern auf Wunsch die geplante Leistung möglichst billig verwirklichen zu können. Gemeinschaftliches Bauen ist

dadurch erschwert, da die beauftragten Unternehmen meist nicht prioritär am Projekterfolg, sondern nur am Erbringen der jeweiligen Leistung interessiert sind. Um wirkliches Bauen im Sinne des LEAN-Gedankens zu ermöglichen, sollten rechtliche Projektgrundlagen geschaffen werden, in welcher das gesamte integrierte Team von Grundlagenermittlung bis zur Übergabe am gemeinsamen Projekterfolg beteiligt ist.

7 Conclusio

Die Analyse der Grundlagen der klassischen Bauplanung zeigt, dass zwar in fachlicher Hinsicht sehr exakt und tiefgehend geplant wird. Sie lässt jedoch nur Ansätze von organisatorischen Prozessen erkennen. Besonders Planungsprojekte, die nicht durch einen alleinigen Generalplaner durchgeführt werden, sondern durch einzelne, kooperierende Fachplaner, benötigen, aufgrund keiner gemeinsamen Unternehmensstruktur, eine klare Organisation und einen definierten Projektablauf. Da der Planungsprozess sehr interdisziplinär gestaltet ist, ist eine strenge Trennung der durchgeführten Prozessschritte nach Planungsgewerke nicht praktikabel. Einzelne Planer besitzen selten die, über das jeweilige Fachgebiet hinausgehenden, Kompetenzen um Entscheidungen für das Gesamtprojekt treffen zu können. Daher wird für einen modernen Bauplanungsprozess eine gemeinschaftliche Abwicklung in einem integrierten Planungsteam empfohlen.

Um Methoden und Ansätze für ein LEAN Design orientiertes System zu finden, wurde einerseits LEAN Construction theoretisch wie auch in einem konkreten Anwendungsfall betrachtet. Bestehende Systeme von LEAN Construction sind mittlerweile praxiserprobt und können effizient auf die Ausführungsphasen von Bauprojekten angewandt werden. Doch, wie diese Masterarbeit veranschaulicht, lassen sich die Methoden des LEAN Construction nur teilweise auf die Planung anwenden. Taktung fällt prinzipiell aus der Betrachtung, da diese Methode eine Wiederholbarkeit des Arbeitsprozesses benötigt. Der kreativ-schöpferische Charakter der Planungstätigkeit bedingt, dass das festzulegende Bauwerk stets zu adaptieren und zu detaillieren ist. Sich genau wiederholende Arbeitsfolgen sind im Planungsprozess daher eher Ausnahmefälle. Das LPS ist in späteren Phasen der Planung, durch die Kombination von lang- und kurzfristigen Betrachtungen, eine gut einsetzbare Methode. Da jedoch eine genaue, kurzfristige Planung aufgrund mangelnder Vorsehbarkeit in den frühen Projektphasen nicht möglich ist, kann das LPS dort nicht eingesetzt werden. Stattdessen wird eine Planung basierend auf der kurzfristigen und leicht adaptierbaren Methode von Scrum empfohlen, speziell für die ersten zwei Leistungsphasen der Planung.

Essenziell für das Anwendungsmodell ist eine durchgängige Kommunikation. Einerseits innerhalb des Projektteams um die exakten Anforderung der anderen Fachplaner zu kennen. Andererseits mit dem Bauherren und den zuständigen Behörden, die die Anforderungen des Bauwerks festlegen. Die Einbindung ausführender Unternehmen in die späteren Phasen der Planung bewirkt, dass die Planung direktes Feedback zur Verwirklichbarkeit der Planung bekommt, sowie die bauausführenden Gewerke eine bessere Einsicht in die Planungsunterlagen erhalten.

Die Zielsetzung der Masterarbeit ein Anwendungssystem von LEAN Design in ein modernes, integriertes und BIM-unterstütztes Bauplanungs-

system einzuführen, konnte nur teilweise erreicht werden. Denn obwohl Fehlerquellen der klassischen Bauplanung und anwendbare Planungsmethoden für das beschriebene System erkannt und verwendet wurden, bedarf jegliche praktische Anwendung von LEAN Management eines ständigen kontinuierlichen Verbesserungsprozesses. Denn tatsächliches LEAN Thinking und die fünf LEAN Prinzipien sind als nachzueiferndes, aber nicht erreichbares Ideal zu sehen. Kein komplexerer Prozess, wie der der Bauplanung, kann komplett fehlerfrei und reibungslos ablaufen. Daher gilt es auch in der Anwendung dieses LEAN Design Systems die Fehler zu identifizieren, den Wertstrom und Fluss zu verbessern und es im nächsten Planungsdurchlauf besser zu machen.

8 Ausblick

Obwohl LEAN Management im Bauwesen im deutschsprachigen Raum neben Building Information Modelling zu den größten Innovationsthemen zählt, steht das Fachgebiet erst am Beginn der Entwicklung. Momentan wird es zumeist eher als neue Methode der Projektabwicklung durch Baukonzerne verstanden und nicht als ganzheitlichen Ansatz zur Weiterentwicklung der Baubranche. Diese Masterarbeit versucht, mit der Beleuchtung der Bauplanung, in einen weniger beachteten, aber erfolgskritischen Aspekt der Erstellung eines Bauwerks die Ansätze von LEAN Thinking einzubringen. LEAN Design im Speziellen ist ein unterrepräsentiertes Fachgebiet, da sich die Literatur zu großen Teilen mit der Erstellung von Bauproduktionssystemen im Sinne des LEAN Construction beschäftigt hat. Jede isolierte Betrachtung von LEAN Management entspricht nicht den Grundgedanken von LEAN Thinking, da stets der gesamte Wertstrom betrachtet werden soll um ein Gesamtoptimum zu finden. Daher ist jedes Anwendungssystem von LEAN Management im Bauwesen immer als eine Kombination von LEAN Design, LEAN Construction und LEAN Administration zu sehen. Besonders letzteres ist für Klein- und Mittelunternehmen in der Baubranche das Hauptanwendungsgebiet, da üblicherweise die Organisation der wertschöpfenden Prozessschritte weniger komplex sind und daher verhältnismäßig schlank geleistet werden können.

Neben der flächendeckenden Einführung von LEAN Management in Bauunternehmen besteht eine weitere Herausforderung im rechtlichen Bereich. So ist der klassische Bauvertrag der zwischen dem Bauherren und einem Auftragnehmer abgeschlossen dementsprechend geregelt, dass die Interessen der beiden Parteien sich diametral gegenüberstehen. Während der Bauherr ein Bauwerk zu einem möglichst niedrigen Preis bereitgestellt bekommen möchte, will der Auftraggeber möglichst viel Gewinn aus der Planung bzw. Errichtung des Bauwerks generieren. Diese Vertragsart fördert Konfliktsituationen und minimiert die Umsetzbarkeit von einer partnerschaftlichen Bauabwicklung. Wirkliches gemeinschaftliches Bauen benötigt Vertragsbedingungen, die ein solches Vorgehen für beide Seiten reizvoll gestalten. Auch die strikte Trennung zwischen der Planungs- und Ausführungsphase, die etwa das Bundesvergabe-gesetz vorschreibt, sind für das Projektverständnis nicht empfehlenswert. Obwohl sich die Art der Projektschritte in diesen beiden Phasen deutlich unterscheiden, definieren die Beteiligten beider Phasen davon, wenn ausführende Schlüsselgewerke bereits in der Planung mitwirken. Einerseits da die Planungsbeteiligten dadurch eine direkte Rückmeldung zur Verwirklichbarkeit des Geplanten erhalten, andererseits um das Verständnis der bauausführenden Gewerke für das Bauwerk zu erhöhen.

Abschließend ist festzustellen, dass zur Einführung von LEAN Management im Bauwesen und der damit verbundenen Effizienzsteigerung nicht nur eine ganzheitliche Prozessbetrachtung der Unternehmen in der Baubranche notwendig ist, sondern auch neue rechtliche Möglichkeiten zur gemeinschaftlichen Bauabwicklung geschaffen werden sollte.

Literaturverzeichnis

Internetquellen

<https://www.henry-ford.net/deutsch/zitate.html>. Datum des Zugriffs: 17.09.2018.

https://www.systemcert.at/images/stories/JPG_Bilder/PDCA-Zyklus_im_QM.jpg. Datum des Zugriffs: 29.10.2018.

https://www.peterjohann-consulting.de/_images/peco-pm-magisches-dreieck-05-xm.png. Datum des Zugriffs: 27.11.2018.

<https://www.projektmagazin.de/glossarterm/magisches-dreieck>. Datum des Zugriffs: 27.11.2018.

https://www.researchgate.net/profile/Alan_Mossman/publication/235791767/figure/fig20/AS:667066713509892@1536052506671/the-promise-conversation-cycle-after-Flores-43.png. Datum des Zugriffs: 02.03.2019.

https://www.researchgate.net/profile/Alan_Mossman/publication/264785207/figure/fig7/AS:295818956427271@1447540143981/basic-First-Run-Study-process-Mossman-after-Ballard.png. Datum des Zugriffs: 04.03.2019.

<http://wandelweb.de/images/grafik/TPS-Haus-1.png>. Datum des Zugriffs: 7.03.2019.

https://www.atp.ag/fileadmin/user_upload/uploads/leistungen/IntegralPlanenKosten sparen.png. Datum des Zugriffs: 09.03.2019.

<https://transformation-it.de/wp/wp-content/uploads/2017/07/toyota-haus.png>. Datum des Zugriffs: 09.03.2019.

https://www.leanconstruction.org/wp-content/uploads/2017/04/Skiles_big-room.jpg. Datum des Zugriffs: 02.04.2019.

https://www.facility-management.de/imgs/100570592_7f35c7315d.jpg. Datum des Zugriffs: 20.04.2019.

https://media.springernature.com/original/springer-static/image/chp%3A10.1007%2F978-3-662-55337-4_20/MediaObjects/416998_1_De_20_Fig2_HTML.png. Datum des Zugriffs: 20.04.2019.

https://media.springernature.com/original/springer-static/image/chp%3A10.1007%2F978-3-662-55337-4_20/MediaObjects/416998_1_De_20_Fig4_HTML.png. Datum des Zugriffs: 23.04.2019.

<https://slideplayer.org/slide/12522278/75/images/62/Das+magische+Dreieck%3A+Qualit%C3%A4t+%E2%80%93+Zeit+--+Termin.jpg>. Datum des Zugriffs: 16.05.2019.

<https://slideplayer.org/slide/4821834/15/images/9/Projektentwicklung%3A+Kostenbeeinflussbarkeit.jpg>. Datum des Zugriffs: 16.05.2019.

Buchquellen

BERTAGNOLLI; FRANK: Lean Management. Wiesbaden. Springer Verlag, 2018.

BORRMANN, A. et al.: Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. Wiesbaden. Springer-Verlag, 2015.

DICKMANN, P.: Schlanker Materialfluss mit Lean Production, Kanban und Innovationen. Heidelberg. Springer-Verlag, 2009.

FH MÜNCHEN: Ablaufplanung. <ftp://www.bauwesen.fh-muenchen.de/Baubetrieb/rohr/7%20Ablaufplanung/Ablaufplanung.pdf>. Datum des Zugriffs: 19.04.2019.

FIEDLER; MARTIN: Lean Construction. München. Springer Verlag, 2018.

GEHBAUER, F.: Lean Management im Bauwesen. https://www.tmb.kit.edu/download/Gehbauer_2011_Lean_Management_im_Bauwesen_Grundlagen.pdf. Datum des Zugriffs: 05.11.2018.

GERMAN LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE: Lean Construction - Methoden und Begriffe. <https://www.glci.de/sites/default/files/2018/Publikationen/GLCI-Lean-Construction-Begriffe-und-Methoden.pdf>. Datum des Zugriffs: 02.04.2019.

HECK, D.; BAUER, B.; BINDER, M.: Preisdruck bei Planerleistungen . In: Bau aktuell, 5/2014.

HOLZBAUR, U. et al.: Die Projekt-Methode. Wiesbaden. Springer Gabler, 2017.

KOSKELA, L.: An exploration towards a production theory and its application to construction. Dissertation. Espoo. VTT Publications, 200.

LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE: The Last Planner Production System Workbook. Berkeley. 2007.

LECHNER, H.: Leistungsmodell Objektplanung – Architektur. https://www.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure/LM_VM_2014/lm_objektplanung.pdf. Datum des Zugriffs: 11.12.2018.

- : Leistungsmodell Technische Ausrüstung.
https://www.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure/LM_VM_2014/m_technische_ausruestung.pdf. Datum des Zugriffs: 11.12.2018.
- : Leistungsmodell Tragwerksplanung.
https://www.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure/LM_VM_2014/m_objektplanung.pdf. Datum des Zugriffs: 11.12.2018.
- LIPP; MATTHIAS: Entwicklung und Implementierung eines betriebsinternen, simulationsunterstützten LEAN Construction Schulungskonzept. Masterarbeit. Graz. TU Graz, 2018.
- MAUERHOFER, G.; GUTSCHE, C.: Bauunternehmensführung 2018. Graz. TU Graz, 2018.
- MAUERHOFER, G.; KRANINGER, M.: Bauunternehmensführung 2017. Graz. TU Graz, 2017.
- MODIG, N.; AHLSTRÖM, P.: Das ist Lean. Halmstad. Rheologica Publishing, 2017.
- MOSSMAN, A.: Last Planner® 5+1 wichtige kooperative Gespräche für eine zuverlässige Planungs- und Bauausführung . Nottingham Trent. 2016.
- ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM EN ISO 9001:2015. Wien. Österreichisches Normungsinstitut, 2015.
- SYSKA, A.: Produktionsmanagement: Das A-Z wichtiger Methoden und Konzepte für die Produktion von heute. Wiesbaden. Springer Verlag, 2007.
- TOYOTA MOTOR CORPORATION: Das Toyota Produktionssystem. http://www.pdf.toyota-forklifts-info.de/Broschuere_TPS.pdf. Datum des Zugriffs: 24.09.2018.
- WALL, J.: Lebenszyklusorientierte Modellierung von Planungs-, Ausschreibungs- und Vergabeprozessen. Dissertation. Graz. TU Graz, 2017.
- WKO ÖSTERREICH: Leistungsbild Innenarchitektur. https://www.wko.at/branchen/w/information-consulting/ingenieurbueros/lb_ia.pdf. Datum des Zugriffs: 27.04.2019.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.: Lean thinking Ballast abwerfen, Unternehmensgewinne steigern. Frankfurt/Main. Campus Verlag, 2004.

