

Was bedeutet Schlankes Bauen ?

Diese Arbeit wurde im Februar 2011 an der TU Berlin bei Prof. Kochendörfer als Seminararbeit eingereicht.



Maximilian Trommer

MxT DIENSTE

max@mxt.no

Lean Thinking - Schlankes Denken. Diese Arbeit ist als Einstieg in das Schlanke Denken für Akteure der Bauwirtschaft konzipiert. Die Grundlegenden Prinzipien des schlanken Denkens werden kurz beschrieben. Anschließend werden Thesen zur Anwendung in der Bauwirtschaft abgeleitet um die Leser für das Schlanke Bauen zu begeistern.

Inhaltsverzeichnis

1. Begriffe und Abkürzungen	3
2. Einleitung.....	4
2.1. Problemstellung und Motivation.....	4
2.2. Ziel dieser Arbeit	5
2.3. Herangehensweise.....	6
3. Herkunft des Schlanken Denkens	6
4. Potential des Schlanken Denkens für die Bauindustrie	7
4.1. Porsche als Beispielunternehmen	7
4.2. Bedeutung für die Bauwirtschaft.....	9
5. Grundlegende Prinzipien des Schlanken Denkens	10
5.1. Die Gegenpole Wert und Verschwendung.....	11
5.2. Wertstromanalyse	13
5.3. Flow	14
5.4. Pull	15
5.5. Perfektion	16
6. Thesen zum Schlanken Bauen	17
6.1. Ausschreibungen müssen funktional sein.....	17
6.2. Bauunternehmen müssen selbst Planen	19
6.3. Umstellung von Batch auf Flow	22
6.4. Belohnungen nach Gesamt-Unternehmenserfolg	25
7. Fazit.....	26
8. Quellen	27



Dieses Werk steht unter der folgenden Creative Commons Lizenz:
<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.de>

1. Begriffe und Abkürzungen

Begriffe

Lean Production = Schlanke Produktion

Siehe Kapitel 3 „Herkunft des Schlanken Denkens“

Lean Management = Lean Thinking = Schlankes Denken

Die Begriffe werden in dieser Arbeit weitestgehend synonym verwendet. Differenziert betrachtet ist Lean Management die Anwendung von Lean Thinking.

Produkt \circ Dienstleistung

Oft dreht es sich um dieser Arbeit um ein Produkt. Wird Schlankes Denken allgemein betrachtet, kann der jeweilige Sachverhalt meist mittels Abstraktion auf eine Dienstleistung übertragen werden.

Philosophie -> Prinzip -> Methode -> Werkzeug

Eine Produktions-Philosophie¹ kann mit verschiedenen Prinzipien beschrieben werden. Aus den Prinzipien lassen sich Methoden ableiten. Zur Umsetzung der Methoden werden Werkzeuge verwendet.

Fließfertigung

Aufstellung der Betriebsmittel in Reihenfolge des Produktionsablaufes. Das zu fertigende Produkt „durchfließt“ die Produktion.²

Abkürzungen

MIT Massachutes Instistute of Technologie

PPP Public Private Partnership

VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen

W&J Womack und Jones

¹ Vgl. Koskela (1992) S.11

² Wikipedia: Fließbandfertigung

2. Einleitung

2.1. Problemstellung und Motivation

In meiner Zeit als Auszubildender und Angestellter in Bauunternehmen habe ich massenhaft Verschwendung in verschiedensten Bereichen gesehen.



Abbildung 1 – Unproduktivität³

Abbildung 1 stellt ein Extrembeispiel dar, hier wird nicht nur unproduktiv sondern auch unprofessionell gearbeitet. Um die Verschwendung selbst zu erleben muss man aber noch nicht einmal in der Bauindustrie arbeiten. Wie oft sind sie schon an einer Baustelle vorbeigegangen und haben das Personal beim Rumstehen beobachtet? Wie oft sind sie schon nach dem Stau durch eine völlig verwaiste Autobahnbaustelle gefahren?

Eine Weile lang habe ich mich darauf konzentriert bestimmte Prozesse zu verbessern, bin dabei aber regelmäßig auf Blockaden in den Unternehmen gestoßen. 2008 erzählte mir ein Freund von Lean Construction und ich begann zu lesen. „Lean Thinking“⁴ hat mir die Augen geöffnet! Ich erkannte noch mehr Verschwendung und kann sie nun deutlicher beschreiben.

³ Quelle: <http://diemuellersinshanghai.blog.com/files/2010/05/2010-05-01-Changchun-klein-00416.jpg>
Bild abgerufen am 06.06.2011

⁴ Womack & Jones (2003)

Eine Reihe von Symptomen deuten auf grundlegende Missstände in der Bauindustrie hin:

- Bauunternehmen arbeiten wesentlich unproduktiver als Unternehmen in vergleichbaren Industrien.⁵
- Bauunternehmen erzielen besonders niedrige Rendite und streiten sich übermäßig viel vor Gericht.⁶
- Bauunternehmen sehen sich besonders hohen Risiken ausgesetzt⁷



Abbildung 2 - Risiko⁸

Aber wie sieht die Alternative aus? Ich denke, statt einzelner Prozesse muss das ganze System neu gestaltet werden. Die Abläufe im Bauunternehmen müssen von Grund auf neu gestaltet werden.

2.2.Ziel dieser Arbeit

Diese Arbeit stellt einen Einstieg in „Lean Thinking“ – Schlankes Denken dar. Zielgruppe sind vor allem die Stakeholder in der Bauindustrie aber auch Wissenschaftler des Bauingenieurwesens. Bei ihnen soll das Interesse für die Thematik geweckt werden. Dazu wird das Potential des Schlanken Denkens für die Bauwirtschaft aufgezeigt. Der Leser soll die Prinzipien des Schlanken Denkens ansatzweise verstehen. Abschließend sollen aus den Schlanken Prinzipien Thesen zum Schlanken Bauen abgeleitet werden. Sie sollen verdeutlichen wie stark sich Schlankes Bauen von der herkömmlichen Praxis unterscheidet.

⁵ Vgl. Forbes & Ahmed(2009)

⁶ Vgl. Blaschko(2010)

⁷ Vgl. Keitel(2010)

⁸ Quelle: <http://www.fvn.no/lokalt/lillesand/article567026.ece> abgerufen am 31.01.2011

2.3. Herangehensweise

Die Herkunft, die Prinzipien und das enorme Potential des Schlanken Denkens werden anhand der allgemeinen Lean Literatur aufgezeigt. Anschließend werden die Thesen zum Schlanken Bauen aufgestellt. Im Fazit werden die Thesen bewertet und das weitere Vorgehen aufgezeigt.

3. Herkunft des Schlanken Denkens

Nach Ende des zweiten Weltkrieges begann Toyota mit der Automobilherstellung. In Japan herrschte in dieser Zeit Ressourcenknappheit und starker Kostendruck. Das Management setzte sich intensiv mit Fords Produktionsverfahren auseinander. Mangels Kapital und Ressourcen kam ein einfaches Kopieren des Verfahrens nicht in Frage. Sie mussten das Verfahren ihren Rahmenbedingungen anpassen.

Durch Versuch und Irrtum entstand so in unzähligen Schritten das Toyota Produktionssystem. Toyota gelang es dadurch qualitativ hochwertige Produkte bei wesentlich niedrigerem Aufwand herzustellen. Japanische Hersteller waren amerikanischen und europäischen Herstellern überlegen. Das MIT untersuchte die Ursache dieser Überlegenheit in einer umfangreichen Studie.

1990 erschien das Ergebnis: „The Machine That Changed the World“⁹. Darin wird Toyotas Produktionssystem als Lean Production beschrieben. Das Buch hatte eine sehr große Resonanz. In den folgenden Jahren haben die Autoren die Einführung von Lean Production in zahlreichen Unternehmen begleitet.

1996 veröffentlichten sie „Lean Thinking“. Darin beschreiben sie ihre praktischen Erfahrungen und Schlussfolgerungen. Sie verallgemeinern das Konzept der Schlanken Produktion und zeigen, dass es auf unterschiedlichste Industrien übertragbar ist.

Heute gibt es zahlreiche Unternehmen die schlankes Denken erfolgreich umgesetzt und verinnerlicht haben. Ein breites Spektrum an Literatur befasst sich mit dem Schlanken Denken; in unterschiedliche Richtungen wird geforscht.¹⁰

⁹ Womack, Jones, Roos(1990)

¹⁰ Alves & Tsao(2007)

4. Potential des Schlanken Denkens für die Bauindustrie

In diesem Abschnitt soll die Dimension der Ergebnisse des Schlanken Denkens anhand eines beispielhaften Unternehmens verdeutlicht werden, und anschließend die Bedeutung für die Bauindustrie erläutert werden.

Pfeiffer schreibt: „Das Lean Management-Konzept bringt [...] einen prinzipiellen Fortschritt, dessen Erfolgs-Dimension nur vergleichbar ist mit dem Schritt von der handwerklich orientierten Produktion zum industriellen Massenproduktions-Konzept [...]“¹¹

Unternehmen die Lean Thinking erfolgreich implementiert haben, konnten sich aus existenzbedrohenden Krisensituationen befreien und haben sich zu überdurchschnittlich erfolgreichen Vertretern ihrer Branche entwickelt.

Womack und Jones betreuten eine Vielzahl von Unternehmen bei der Umsetzung des Lean Thinkings. Ihre Erfahrungswerte fassen sie in drei Faustregeln zusammen:¹²

1. Verdopplung der Arbeitsproduktivität im Gesamten Unternehmen
2. Verringerung der Durchlaufzeit und der Lagerbestände um 90%
3. Halbierung der Fehler im Endprodukt, des Ausschusses im Fertigungsprozess, der Arbeitsunfälle und der Produktentwicklungszeit

Diese Ergebnisse stellen sich bereits nach rund einem Jahr ein.¹³ Nach weiteren zwei bis drei Jahren kann durch kontinuierliche Verbesserung die Produktivität erneut verdoppelt werden. Die Lagerbestände, Fehlerquoten und Durchlaufzeiten werden in diesem Zeitraum erneut halbiert.

4.1.Porsche als Beispielunternehmen

Anfang der 90er Jahre befand sich Porsche in einer Krise. Der Konzern schrieb Verluste, die japanische Konkurrenz startete einen Angriff auf Porsches Marktnische. „The Machine That Changed the World“ machte dem Management klar, dass die japanischen Hersteller „fast Porsches“ mit einem Bruchteil des Aufwands bauten, mit denen Porsche „echte Porsches“ herstellte.¹⁴

¹¹ Pfeiffer & Weiß(1992), S.1 – Beginnen ihr Werk mit diesem Satz

¹² Vgl. Womack & Jones(1996) S.36

¹³ Vgl. Womack & Jones(1996) S.405

¹⁴ Vgl. Womack & Jones(2003) S.197

Das Porsche Management studierte Lean Production Literatur, besuchte Fabriken der Konkurrenz in Japan und engagierte japanische Lean Consultants.

Binnen zwei Jahren wurde die gesamte Produktion radikal umgestaltet und verbessert. Der Leiter der Produktion Wiedekind wurde zum Vorstand und setzte die Umgestaltung von Porsche auf Konzernebene fort. Porsche entsandte seine Mitarbeiter zu den Zulieferern und begann deren Verschlinkung („Verleanung“)¹⁵. Die Produktentwicklung wurde komplett umgestellt. Der gesamte Vorgang wird detailliert in „LeanThinking“ dargestellt. In Abbildung 3 wird das Ergebnis dieses Prozesses deutlich.

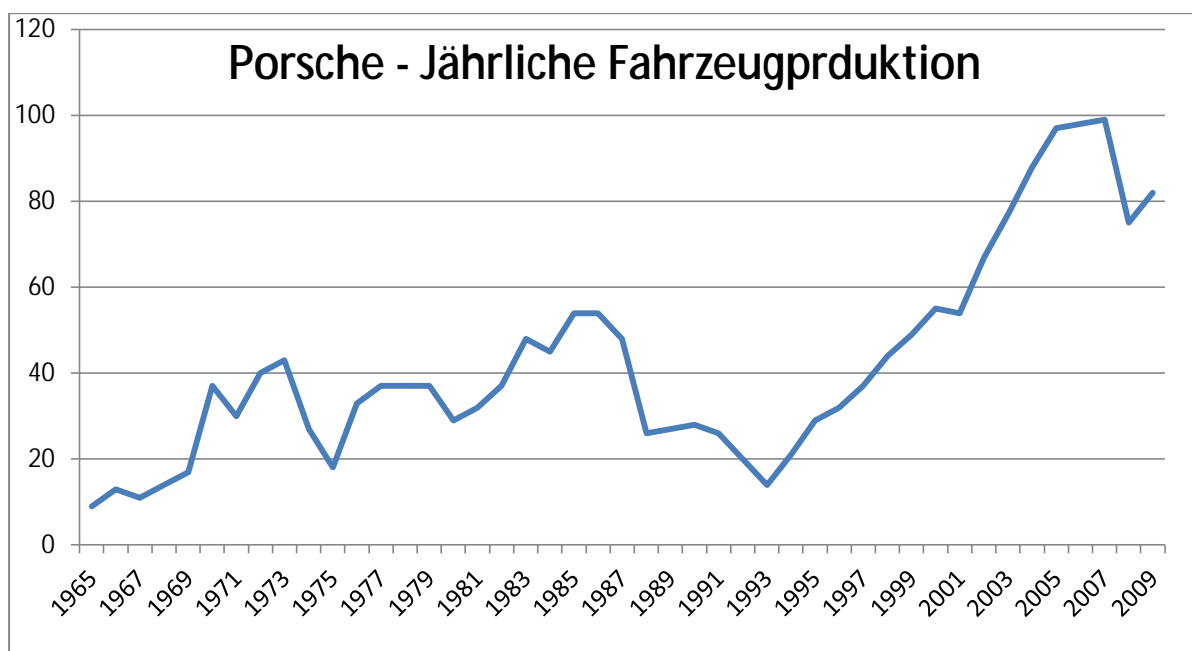


Abbildung 3 - Jährliche Fahrzeugproduktion¹⁶

Neben der Produktion konnte Porsche gleichzeitig die Umsatzrendite erheblich steigern.¹⁷

¹⁵ Vgl. Womack & Jones(1996) S 307ff

Diese Verschlinkung passierte so erfolgreich, dass auch Nicht-Zulieferer von Porsche beraten werden wollten. Es entstand die Porsche Consulting Gruppe.

¹⁶ Grundlage: Porsche-Geschäftsberichte und Womack & Jones(2003)

¹⁷ Vgl. Womack & Jones(2003) S.304 → 17% Umsatzrendite in 2002!

Für die beeindruckende Entwicklung der sehr groben Kennzahlen kann theoretisch eine Vielzahl von Einflussgrößen die Ursache sein. Die wichtigste davon ist die Entwicklung der Absatzmärkte. In der Praxis ist die Implementierung des Schlanken Denkens auch mit Sicherheit nicht der einzige Grund. Unzählige Unternehmen bei denen Lean Management in verschiedenen Unternehmens- und Marktsituationen eingeführt wurde zeigen jedoch den gleichen Effekt.¹⁸ Sie belegen den maßgeblichen Einfluss des Lean Management auf den Erfolg von Porsche.

4.2. Bedeutung für die Bauwirtschaft

Porsche ist kein gutes Beispiel um es einfach auf ein deutsches Bauunternehmen zu übertragen: Porsche besetzt einen Nischenmarkt¹⁹, die deutsche Bauwirtschaft konkurriert auf einem gesättigtem Markt.²⁰ Porsche produziert stationär in großer Stückzahl und exportiert seine Fahrzeuge weltweit, die deutsche Bauwirtschaft fertigt Unikate vor Ort.

Porsche und zahlreiche weitere Unternehmen auch aus anderen Branchen zeigen hingegen, dass die systematische Anwendung des Schlanken Denkens zu bemerkenswerten Erfolgen führt.

Wäre Schlankes Denken lediglich eine Menge von Methoden, so wäre zu prüfen inwiefern diese Methoden auf das Projektgeschäft der Bauunternehmen übertragbar sind. Schlankes Denken ist aber eine fundamentale Innovation in der Philosophie der Unternehmensführung.²¹ Die Philosophie und ihre Prinzipien sind allgemeingültig, und können somit auf die Bauindustrie übertragen werden. Meine Thesen in Kapitel 5 zeigen eine beispielhafte Anwendung der Prinzipien.

¹⁸ Vgl. Womack & Jones(1990), Womack&Jones(2003)

¹⁹ Vgl. Womack & Jones(1996)

²⁰ Vgl. Forster(2007)

²¹ Vgl. Bösenberg(1992) S.40

5. Grundlegende Prinzipien des Schlanken Denkens

Lean Management ist kein Systemzustand, sondern eine Entwicklungsrichtung.²²

Lean Management ist zu allererst eine Denkweise, die sich in ihrer Gesamtheit radikal von bisher dagewesenen Managementkonzepten unterscheidet.²³ Bis zu diesem Punkt sind sich die meisten Autoren einig, zu der Frage welche Prinzipien sich hinter dem Lean Management verbergen haben sie jedoch mitunter sehr unterschiedliche Ansätze.

In diesem Kapitel werden die grundlegenden Lean Prinzipien nach W&J vorgestellt.²⁴

Die Prinzipien können hier nur grob umschrieben werden. Um Schlankes Denken erfolgreich in der Bauindustrie zu implementieren brauchen die Akteure jedoch tiefgehendes Verständnis der allgemeinen Schlanken Prinzipien. Es folgen drei Literaturempfehlungen des Autors:

1. Pfeiffer & Weiß²⁵

beschreiben die Prinzipien detailliert, jedoch ohne mir erkenntliche logische Reihenfolge. Ihre Ausführungen sind eher theoretisch orientiert.

2. Bösenberg²⁶

beschreibt die Lean Prinzipien sehr ausführlich und bildlich, im letzten Kapitel gibt er praktische Ratschläge zur Implementation. Sein Werk ist praktisch orientiert.

3. Womack & Jones²⁷

sind quasi die Väter des Schlanken Denkens. Sie stellen ihre fünf tragenden Lean Prinzipien in einer klaren logischen Abfolge vor. Sie orientieren sich dabei am Ablauf der tatsächlichen Einführung von Lean Management in realen Unternehmen. W&J haben selbst zahlreiche solcher Implementationen durchgeführt oder begleitet. Ihr gesamtes Buch ist durchweg sehr auf die unternehmerische Praxis ausgerichtet. Anhand einer Vielzahl von Beispielen geben Sie konkrete Vorschläge wie Lean Management in einem Unternehmen eingeführt werden kann.

²² Vgl. Bösenberg(1992) S.7

²³ Vgl. Pfeiffer & Weiß(1992) S.1

²⁴ Vgl. Womack & Jones(1996) S.40ff

²⁵ Pfeiffer & Weiß(1992)

²⁶ Bösenberg(1992)

²⁷ Womack & Jones(2003)

5.1. Die Gegenpole Wert und Verschwendung

Der alles entscheidende Ausgangspunkt des schlanken Denkens ist die Spezifikation des Wertes (engl. Value) eines Produktes aus **Kundensicht**. Zu starke und kurzfristige Gewinnorientierung oder zu starke Orientierung auf die Produkt-„Features“ verleiten dazu den reinen und tatsächlichen Wert für den Kunden außer Augen zu verlieren.

5.1.1. Wert

Der Wert eines Produktes im Lean Sinne ist der Nutzen des Produktes für den Kunden. Der Wert befriedigt die Ansprüche des Kunden.

Um den Wert eines Produktes zu bestimmen, muss herausgefunden werden:

- Welche Ansprüche hat er an ein konkretes Produkt?
- Welche Eigenschaften muss es haben?
- Welchen Preis ist er bereit dafür zu zahlen?

5.1.2. Verschwendung

Aktivität die Ressourcen verbrauchen, aber keinen Wert erzeugen sind Verschwendung. Einige Arten der Verschwendung sind:

- Fehler
 - Herstellung und Korrektur fehlerhafter (Teil-)Produkte
- Wartezeit
 - Stillstand durch schlechten Arbeitsablauf
- Suboptimale Transport- und Arbeitswege
 - Aufräumen, Umräumen
- Zu große Lagerbestände
 - Verursachen zu hohe Lagerkosten
- Ungenutzte Kreativität
 - Mitarbeiter kennen Optimierungspotentiale

An einem der zahlreichen Beispiele von W&J kann die Bedeutung von Wert und Verschwendung gut nachvollzogen werden:

Jones ist von seinem Heimatort Herefordshire in den Urlaub nach Kreta gereist, die einzelnen Schritte der Reise samt Vorbereitung listet er detailliert auf:

1. Anruf beim Reisebüro, um zu buchen
2. Erhalt der Flugtickets per Post
3. Anruf beim Taxiunternehmen à Taxibestellung
4. Warten auf Taxi
5. Einladen des Gepäcks (8.00 Uhr MEZ)
6. Fahrt zum Flughafen – **45min**
7. Entladen des Gepäcks
8. Anstehen Wechselstube (Pfund in Drachmen)
9. Anstehen Check-In
10. Anstehen Sicherheitscheck
11. Anstehen Passkontrolle Ausreise
12. Warten Abflughalle
13. Anstehen Einstieg
14. Warten im Flugzeug (zweistündige Verspätung)
15. Rollen zur Startbahn
16. Flug nach Kreta - **3 Stunden**
17. Rollen, Aussteigen
18. Warten Gepäckband
19. Warten Passkontrolle Einreise
20. Einladen des Gepäcks (Bus)
21. Warten im Bus
22. Fahrt zum Ferienhaus – **45min**
23. Gepäck ausladen
24. Warten Schlange Check-In Ferienhaus (21.00 Uhr MEZ)

In diesem Beispiel Bedeutet Wert: Von A nach B kommen.

Weniger als die Hälfte der Gesamtreisezeit war tatsächliche Reisezeit. 6 Stunden wurden mit Anstehen und Warten in insgesamt 10 Schlangen verbracht:

Offensichtliche Verschwendung. Sieben mal wurde das Gepäck bewegt und 8 sehr ähnliche Kontrollen durchgeführt. Zur Verbesserung schlägt er unter anderem vor Check-In, Sicherheitskontrolle und Passkontrolle durch eine Person direkt vor dem Einstieg ins Flugzeug durchführen zu lassen.

5.2. Wertstromanalyse

Während der Wertstromanalyse werden jegliche Tätigkeiten zur Durchführung folgender Aufgaben erfasst²⁸:

- Produktentwicklung
 Konzept → Entwurf → Konstruktion (Bau: Ausführungsplanung)
- Informationsmanagement
 Bestellung → Terminplanung → Übergabe
- Physikalische Transformation
 Rohmaterial → Umwandlung → Produkt

Dies geschieht im ersten Schritt im eigenen Unternehmen. In der nächsten Ebene des schlanken Denkens wird der **gesamte** Wertstrom eines Produkts von der Förderung der Rohstoffe bis zur Lieferung an den Endkunden untersucht. Dies geschieht selten und ist sehr aufwendig, zeigt dafür jedoch gewöhnlich enorme Verschwendung auf. Bei komplexer werdenden Produkten sind Unternehmen stärker auf Zuliefer-Leistungen angewiesen. Bleibt die Betrachtung des gesamten Wertstroms aus, kann nur ein Bruchteil des Potentials des schlanken Denkens realisiert werden.²⁹ Ein Schlüsselprinzip des Lean Management ist Integriertheit. Die oben aufgelisteten Aufgaben müssen in ihrer Zusammenwirkung gesehen werden. Die Prozesse in einem Unternehmen sollen nicht losgelöst voneinander betrachtet werden, sondern müssen als Teil des gesamten Wertstroms betrachtet werden.

W&J zeigen den gesamten Wertstrom ausführlich am Beispiel einer Cola Dose auf. Sie durchleuchten den Herstellungsprozess von der Bauxitförderung bis in das Supermarktregal. Der Vorgang dauert 319 Tage, davon sind aber nur 3 Stunden Verarbeitungszeit. Im gesamten Wertstrom liegen 6 Monatsproduktionen der fertigen Zwischenprodukte auf Lager. 25% des ursprünglich geförderten Bauxits sind Ausschuss, davon 14% bei der Dosenherstellung.³⁰

²⁸ Vgl. Womack & Jones(1996) S. 23ff

²⁹ Vgl. Pfeiffer & Weiß(1992) S.66ff

³⁰ Vgl Womack & Jones(1996) S.54ff

5.3.Flow

Flow bedeutet strömen und ist im Lean Sinne das Gegenteil von stocken, stapeln und warten (Im englischen Original „batch production“). Das Prinzip des Flows ist das originellste der Lean Prinzipien. Es erfordert Kreativität und Abstraktion dieses Prinzip auf einen konkreten Wertstrom zu übertragen. Erfahrene Lean Consultants können eine stationäre Fertigung nach alten Prinzipien – also stapeln und warten – binnen eines Tages auf eine kontinuierliche Fließfertigung im Flow umstellen.³¹

Dadurch wird die Produktivität sofort verdoppelt!

Dieser Vorgang der einleitenden radikalen Umstellung wird *Kaikaku* genannt. *Kaikaku* gelingt den Consultants so schnell und erfolgreich weil sie über umfangreiche Erfahrungen mit vergleichbaren Unternehmen verfügen.

Ein eindeutiges Rezept zur Umstellung auf Fließproduktion gibt es nicht. W&J erklären anhand von zahlreichen Vorher-Nachher Beispielen die Unterschiede zur Stapeln-und-Warten-Produktion. Sie zeigen 3 Schritte der Umstellung auf:

1. Vollständige Fokussierung auf das betroffene Objekt, also das herzustellende Produkt, die zu erbringende Dienstleistung etc. (Auto, Haus, Reise, ...)
2. Ignorieren der bisherigen Praxis:³² (Voraussetzung für Schritt 1.)
 - Traditionellen Grenzen von Stellen, Funktionen
 - Genutzte Werkzeuge
 - Gliederung der Abteilungen
 - ...
3. Spezifische Arbeitsschritte und Werkzeuge neu gestalten und optimieren. So wird Rückfluss, Fehlerkorrektur, Ausschuss, Stillstand – also Verschwendung – kontinuierlich abgeschafft.

Die drei Schritte müssen gleichzeitig angewandt werden. In der Praxis ist das Resultat meist ein von Grund auf neues System, und nicht eine Verbesserung des alten. Manager die eine Optimierung des bisherigen Systems erwarten, beginnen mit der falschen Einstellung.³³

³¹ Vgl. Womack & Jones(1996) S.30

³² Ballard(2000) “Poor arrangement of the workplace—a major focus of the modern kaizen—and doing a job inefficiently out of habit—are major forms of waste even in modern workplaces.”

³³ Vgl. Womack & Jones(2003) S. 52

5.4.Pull

Pull bedeutet ziehen. Im Schlanken Denken bedeutet es, dass der Kunde ein Produkt anfordern muss, bevor das Unternehmen mit dessen Herstellung beginnt, Er muss es aus dem Unternehmen ziehen. Das Prinzip wird auch auf alle Teilprozesse angewendet: Ein Teilprozess soll erst und genau dann beginnen, wenn der vorherige Teilprozess erfolgreich beendet wurde.

Als krasses Gegenbeispiel führen W&J den amerikanischen Buchmarkt der neunziger Jahre an. 50% aller gedruckten Bücher wurden nicht verkauft, sie wurden recycelt.³⁴ Die Buchindustrie drückt Bücher ungefragt in den Markt. Nach dem Pull-Prinzip würde ein Buch erst gedruckt werden, wenn ein Kunde es bestellt.

W&J messen dem Pull-Prinzip eine zentrale Bedeutung zu. Sie glauben, dass bei einer weltweiten umfangreichen Anwendung das Auf und Ab des Wirtschaftszyklus gedämpft werden kann.³⁵ Während der Auf- und Abschwünge werden Lagerbestände auf- und abgebaut. Wird immer nur das produziert was momentan benötigt wird, verschwindet dieser Effekt.

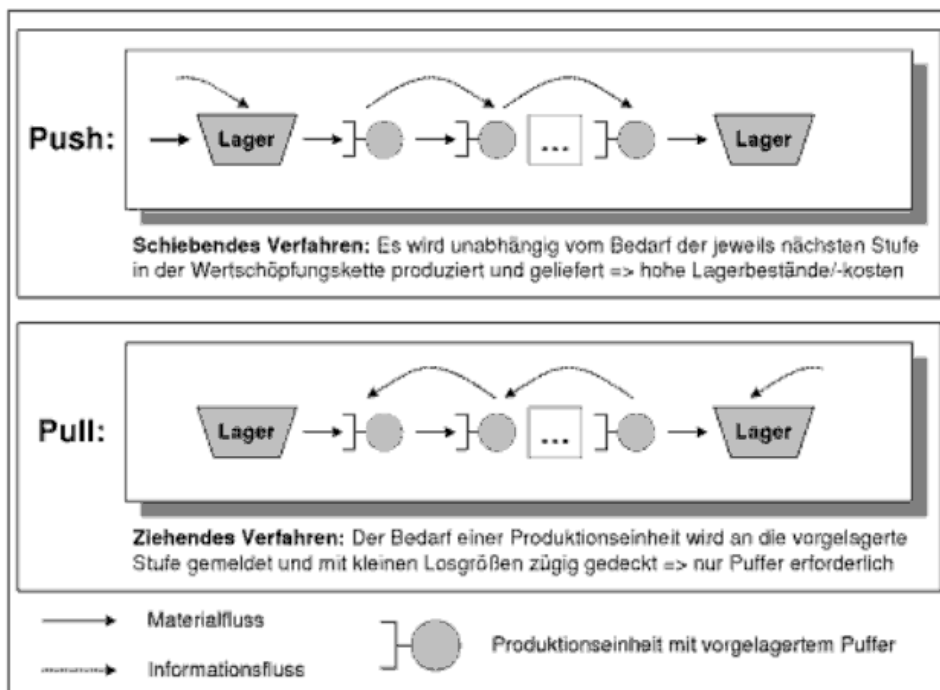


Abbildung 4- Pull-Prinzip³⁶

³⁴ Vgl. Womack & Jones(1996) S. 32f

³⁵ Vgl. Womack & Jones(1996) S. 131f

³⁶ Quelle: Kirsch(2009) S.38

5.5.Perfektion

Perfektion bedeutet das Streben jegliche Verschwendung zu beseitigen.³⁷ Dazu werden die ersten vier Prinzipien kontinuierlich angewendet. In der Literatur werden zahlreiche Methoden und Techniken aufgezeigt, die dabei helfen.³⁸

Eine wesentliche Grundlage ist **Transparenz**. Alle Informationen zu den Prozessen des Wertstroms müssen für die Beteiligten zugänglich und erkenntlich sein. Nur so können sie ihre Kreativität einbringen, Verschwendung aufspüren und beseitigen. Transparenz und Perfektion müssen in der Unternehmenskultur verankert werden und vom Management vorgelebt werden.

Schlankes Unternehmen verstehen sich als lernendes System.³⁹ Das Wissen und die Erfahrungen der Mitarbeiter werden genutzt um sich beständig weiter zu entwickeln. Dafür muss das richtige Klima im Unternehmen herrschen.

Verbesserungsvorschläge dürfen nicht in einem bürokratischen System versickern, sondern müssen auf niedriger Ebene sofort geprüft und angewendet werden. Eine Kennzahl um die „Schlankheit“ eines Unternehmens zu bestimmen ist die Anzahl der Verbesserungsvorschläge pro Mitarbeiter. Bei Porsche lag sie vor der Verschlinkung bei 0,06 Vorschlägen pro Jahr, kurz danach bei 12. Der Durchschnitt von langjährig schlank arbeitenden Unternehmen in Japan lag 1996 bei 29.⁴⁰

Wie verhält es sich mit Verbesserungsvorschlägen in ihrer Organisation?

Der richtige Umgang mit Fehlern ist eine weitere wesentliche Voraussetzung für ein lernendes System. Einerseits muss allen Beteiligten klar sein, dass beim Ausprobieren neuer Ideen Fehler und Fehlschläge passieren. Andererseits müssen Fehler als Chance verstanden werden. Die Chance die Ursache des Fehlers aufzudecken, die Wiederholung des Fehlers zu verhindern und somit Verschwendung zu beseitigen.

³⁷ Vgl. Pfeiffer & Weiß(1992) S. 46

³⁸ Womack & Jones(2003), Bösenberg(1992)

³⁹ Vgl. Pfeiffer & Weiß(1992) S. 103ff]

⁴⁰ Vgl. Womack & Jones(2003 S.200

6. Thesen zum Schlanken Bauen

Nach der Einführung in die Prinzipien des schlanken Denkens, möchte ich folgend eigene Thesen zum Schlanken Bauen daraus ableiten. Mein Hauptaugenmerk liegt dabei auf großen Bauunternehmen. Sie haben die umfangreichsten Möglichkeiten die Prinzipien umzusetzen und gleichzeitig das größte Verbesserungspotenzial.

6.1. Ausschreibungen müssen funktional sein

Schlankes Denken beginnt beim Kunden. Welchen Wert hat das Produkt eines Bauunternehmens für den Kunden? Betrachten wir den gesamten Wertstrom, so ist der Kunde der Auftraggeber eines Bauprojektes. Er hat spezielle Ansprüche an das Projekt, welche funktional beschrieben werden können.

Beschreibt der Kunde seine Ansprüche funktional, hat das Unternehmen eine Vielzahl von Möglichkeiten den Ansprüchen gerecht zu werden. Es kann sein Fachwissen und seine Erfahrungen aus vergleichbaren Projekten in das neue Projekt einfließen lassen. Es kann die Kosten des Projektes maßgeblich beeinflussen.

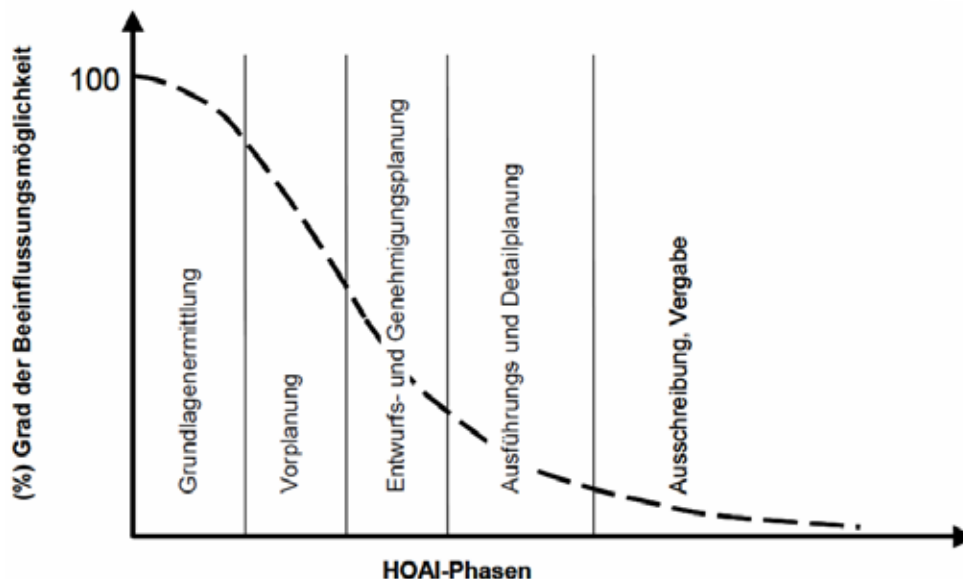


Abbildung 5 - Beeinflussbarkeit der Kosten in der Planungsphase⁴¹

⁴¹ Quelle: Kochendörfer et al. (2007) S.60

Beschreibt der Kunde seine Ansprüche nicht funktional, plant er stattdessen die genauen Spezifikationen seines Produktes selbst oder lässt dies von einem Dritten erledigen. Somit trägt der Kunde die Planungskosten und vor allem auch das daraus resultierende immense Risiko der schlechten Planung. Im schlechtesten Fall aus schlanker Sicht entscheidet sich der Kunde anschließend die Gewerke einzeln zu vergeben. Somit übernimmt er ein weiteres umfangreiches Risiko, dass der Koordinierung des Bauablaufes.

Stellen Sie sich vor, sie möchten eine neue Küche kaufen. Sie können zu einem Möbelhaus gehen und dort zusammen mit dem Verkäufer eine Küche entwerfen, die genau ihren Ansprüchen entspricht. Der Verkäufer kann Ihnen dann sofort sagen, wie viel Sie diese Küche kostet.⁴²

Sie können die Küche aber auch vorab bis zur letzten Schraube selbst planen. Welches Material, Welche Hersteller, Wie groß sind die Schubladen, ... Solange Sie kein erfahrener Küchenplaner und -Hersteller sind wird die zweite Variante auf jeden Fall teurer, wahrscheinlich auch mangelhaft. Überträgt man auch noch die gewerkeweise Vergabe auf das Beispiel, so würden sie die Hängeschränke, die Unterschränke, die Arbeitsplatte, die Schubladen, ... von unterschiedlichen Möbelhäusern bestellen und montieren lassen.

Ein Kunde plant und koordiniert sein Bauprojekt nicht selbst, er engagiert einen Vertreter.⁴³ In Deutschland wird die vom Vertreter geplante Leistung detailliert beschrieben und anschließend an Bauunternehmen vergeben. Kombiniert mit den hier üblichen Vertragsformen EP-Vertrag und Pauschalvertrag kommt es so zu einem Interessenkonflikt. Die (oft unzureichend genau) beschriebene Leistung wird je nach Interesse interpretiert: Der Kunde und sein Vertreter wollen viel Leistung bei geringen Kosten erhalten während das Unternehmen geringe Kosten durch wenig Leistung erzeugen will.⁴⁴

⁴² Ich gehe davon aus: Schlanke Bauunternehmen werden mit Hilfe noch zu entwickelnder Software nach dem gleichen Prinzip anbieten können.

⁴³ Ohne Verantwortung = Projektsteuerer, mit Verantwortung = Projektmanager

⁴⁴ Dieser grundlegende Interessenkonflikt kann durch einen Guaranteed Maximum Price Vertrag beseitigt werden. Hier wird mit offenen Büchern gearbeitet und erhöhte/ gesparte Kosten werden von Kunden und Unternehmer gemeinsam getragen. Übernimmt der Kunde die Planung, bleibt das Know-How Problem.

6.2. Bauunternehmen müssen selbst Planen

Liegt eine funktionale Beschreibung vor, kann das Bauunternehmen selbst planen. Hieraus resultieren zwei maßgebliche Vorteile:

1. Parallele Planung von Bauwerk und Ausführung

Während das Bauunternehmen das Bauwerk entwirft und konstruiert, kann die Herstellung des Bauwerks zeitgleich geplant werden. Baustelleneinrichtung, Bauablaufplan und Ressourcenplanung werden während der Planung des Bauwerkes durchgeführt. Die Herstellung nimmt so Einfluss auf die Gestaltung. Als Ergebnis entsteht eine ausführbarere Planung. Kommt ein Vertrag zu Stande, kann sofort mit der Ausführung begonnen werden. Die Herstellungsplanung ist bereits mit Fertigstellung der Planung ausführungsfähig.

2. Feedback aus Prozess an Planung

Das Bauunternehmen kann die Erfahrungen aus der Ausführung in die Planung einfließen lassen. Der Planer führt selber nicht aus. Die internen Prozesse und Informationen des ausführenden Unternehmens sind ihm in der Regel nicht bekannt. Er kann nur aus den oberflächlich sichtbaren Informationen lernen.

Das Bauunternehmen hat wenig Interesse sein Wissen mit dem Planer zu teilen, denn es profitiert nicht davon. Der Planer kann sein Wissen erst im nächsten Projekt wirksam anwenden, ob das Bauunternehmen daran teilnehmen wird ist ungewiss.

Das Unternehmen jedoch kann die Erfahrungen aus der Ausführung leicht in die nächste Planung einfließen lassen. Es müssen Methoden entwickelt werden, wie die Erfahrungen und das Wissen der Mitarbeiter innerhalb des Unternehmens weitergegeben und verarbeitet werden können. Das Schlanke Prinzip der Perfektion.

Abbildung 6 zeigt die Informationsströme im Fall „Kunde plant“ während Abbildung 7 den Fall „Unternehmen plant“ darstellt. Hierbei handelt es sich um eine idealisierte Darstellungen die bei weitem nicht den gesamten Informationsfluss der Erstellung eines Bauwerkes abbilden.

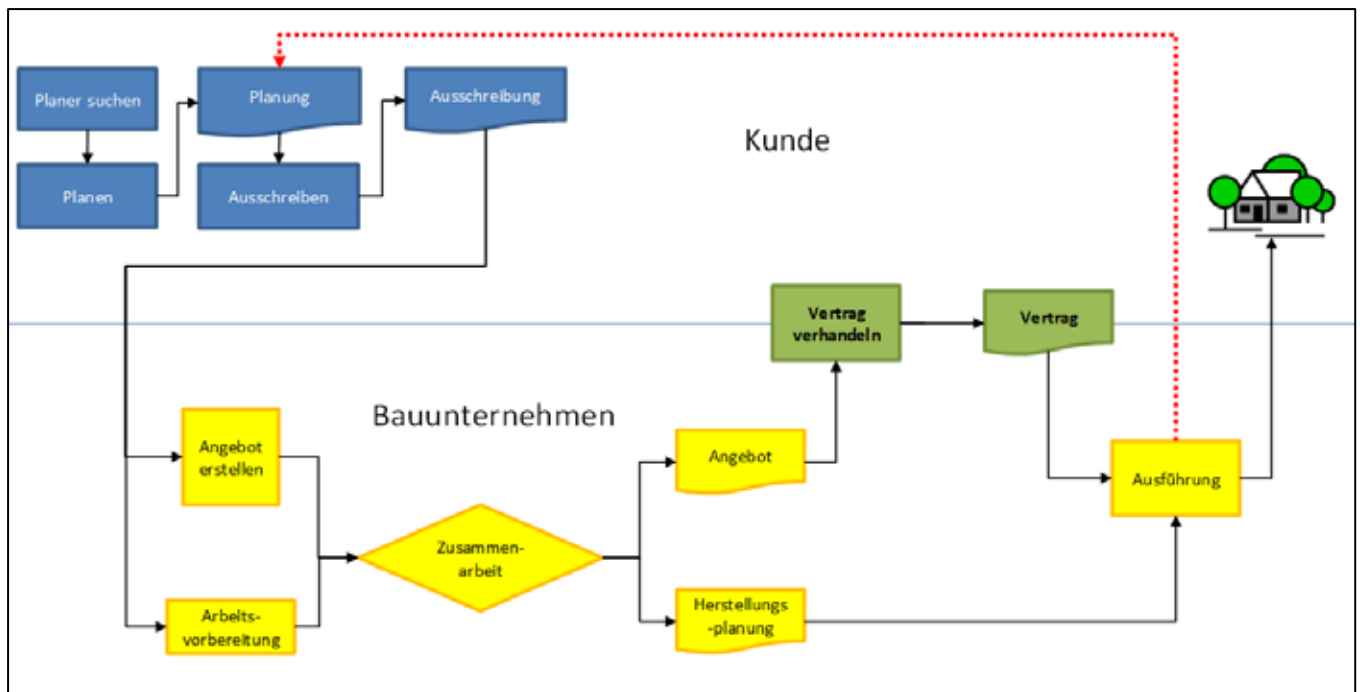


Abbildung 6 - Kunde plant

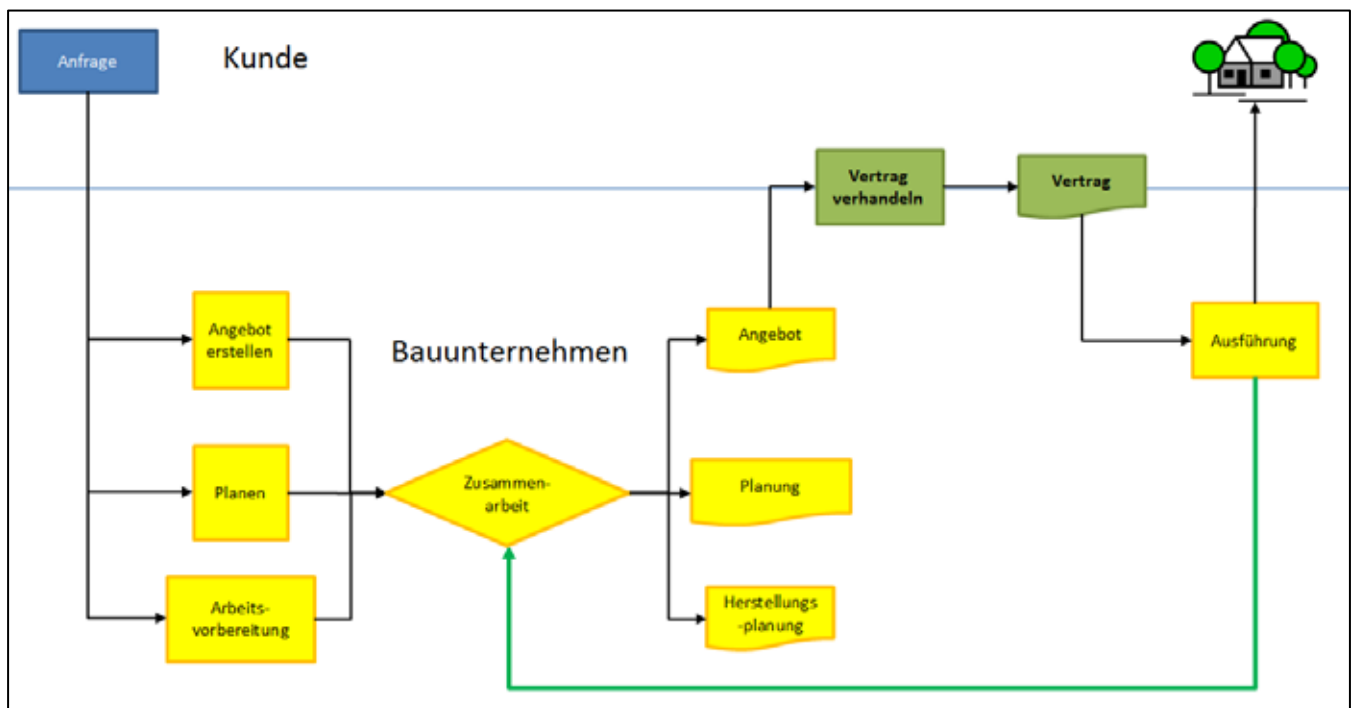


Abbildung 7 - Unternehmen plant

Anhand Abbildung 7 wird deutlich, dass durch die Umstellung der Kunde nicht nur von Planung und Ausschreibung entlastet wird, er erhält **einen** Ansprechpartner und Verantwortlichen für alle seine Belange. Es entfallen außerdem zahlreiche Schnittstellen zwischen Planung und Ausführung, der Wertstrom wird verbessert.

Ein wesentlicher Nachteil für das Bauunternehmen ist das erhöhte Kalkulationsrisiko. Die Planung des Bauwerks ist mit erheblichen Kosten verbunden, diese vor Auftragserteilung zu investieren stellt ein **Risiko** dar. Das Bauunternehmen wird für den Kunden aber wesentlich attraktiver, da es auf Grund des Feedbacks aus der Ausführung ausführbarer planen kann.

Zusätzlich kann das Bauunternehmen den Gestaltungspielraum der funktionellen Ausschreibung nutzen. Es kann die Planung aus vorherigen Projekten wiederverwenden, anpassen und optimieren. Das Unternehmen spart sich im Vergleich zur Konkurrenz die kostspielige Planung und kann dem Kunden ein ausgereiftes Produkt zu guten Konditionen anbieten. Die Planungskosten jeglicher Projekte des Unternehmens werden durch erfolgreiche Verschlinkung dramatisch sinken. Somit entsteht ein weiterer Wettbewerbsvorteil und das Risiko „Planung ohne resultierenden Auftrag“ wird weiter begrenzt.

In der Übergangsphase sind zudem Modelle denkbar in denen der Kunde das Unternehmen für die Erstellung des Angebotes bezahlt. Sollte es zu keiner Einigung über die Ausführung kommen, erhält der Kunde die fertige Planung und das Unternehmen die vereinbarte Bezahlung. Diese Vertragsform ist in den USA weit verbreitet und wird Construction Management mit Bauvertrag genannt.⁴⁵

Haben privaten Bauherren die Vorteile verstanden, können sie schnell von dem neuen Modell der Arbeitsteilung profitieren. Sie müssen lediglich ihre Bedürfnisse genau beschreiben. Dabei kann sie das Unternehmen aktiv unterstützen.

Öffentliche Auftraggeber können zur Realisierung des vorgeschlagenen Modells auf PPP-Verträge zugreifen.⁴⁶ PPP-Vereinbarungen sind in Deutschland bisher wenig vertreten, die Verbreitung nimmt aber zu.⁴⁷ Die Verschlinkung der Bauwerksplanung wird die Attraktivität des PPP-Modells steigern, da PPP-Modelle gegenüber konventionellen Vergabeverfahren günstiger werden.

⁴⁵ Roßbach (2011) S.20f

⁴⁶ Vgl. VOB: Teil A §22

⁴⁷ Vgl. Gerstlberger & Schneider(2008) S.7

6.3. Umstellung von Batch auf Flow

In der Bauwirtschaft ist das Schlanke Denken bisher wesentlich weniger verbreitet als in der stationären Industrie. Lean Consultants verfügen daher nicht über einen umfangreichen Erfahrungsschatz von erfolgreichen Flow-Umstellungen in der Bauwirtschaft.⁴⁸

In der stationären Industrie wird das Flow Prinzip als Fließfertigung realisiert. Das Produkt bewegt sich von einem Arbeitsschritt zum nächsten, es „durchfließt“ die stationären Arbeitsplätze. In der Bauindustrie ist das Produkt dafür aber meist zu groß, es ist unbeweglich. Etablierte Methoden der stationären Industrie können also nicht ohne Weiteres auf die Bauindustrie übertragen werden.

Es muss Pionierarbeit geleistet werden. Das Toyota-Produktionssystem wurde über viele Jahre in unzähligen kleinen Schritten entwickelt. Nach jeder Verbesserung wurden weitere Möglichkeiten erkannt und umgesetzt. Bauunternehmen müssen den gleichen Weg gehen. Sie müssen alte Verfahren überdenken und optimieren, grundauf neue Abläufe und Verfahren ausprobieren und dürfen sich dabei von Rückschlägen nicht entmutigen lassen.

Das Verbesserungspotential ist riesig, ein amerikanischer Einfamilienhaus-Hersteller hat seine Arbeitsabläufe vor der Verschlinkung untersucht. 80% der Arbeitszeit wurden mit Warten oder Fehlerkorrektur verbracht.⁴⁹ Aufgrund meiner bisherigen Erfahrungen in deutschen Bauunternehmen gehe ich davon aus, dass bei einer gleichartigen Untersuchung hiesiger Bauunternehmen ähnliche Zahlen zu Tage treten.

Als Ergebnis der Entwicklung erwarte ich Bauverfahren, die sich radikal von den bisherigen unterscheiden. Ich möchte dies am Beispiel eines imaginären Straßenbauprojektes verdeutlichen. Im Straßenbau sind die Baugeräte für einen Großteil der Kosten verantwortlich. Entsprechend wird darauf geachtet, dass die Maschinen ausgelastet sind.

⁴⁸ Vgl. Kim & Park(2006)

⁴⁹ Womack & Jones(1996) S. 72ff

Abbildung 9 zeigt den stark vereinfachten Terminplan eines so konzipierten Ablaufs. Einzelne Arbeitsschritte werden durch farbige Linien im Weg-Zeit Diagramm dargestellt. Ein Arbeitsschritt wird jeweils für die gesamte Projektlänge von Anfang bis Ende durchgeführt. So ist das jeweilige Gerät ausgelastet.

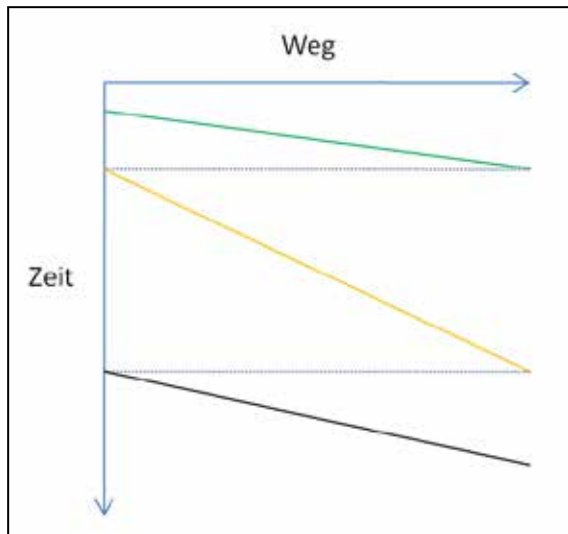


Abbildung 9 - Klassischer Ablauf

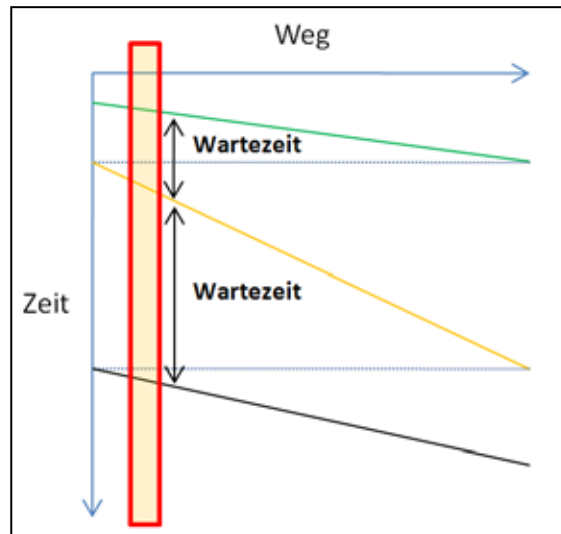


Abbildung 8- Wartezeit

Betrachtet man ein Teilstück der Strecke über den Gesamtzeitraum, liegen zwischen den einzelnen Arbeitsschritten beträchtliche Wartezeiten. Das Warten der Teilabschnitte auf den nächsten Arbeitsschritt ist Verschwendung. Aus dieser Verschwendung resultiert eine Reihe von Nachteilen:

1. Mängel werden später entdeckt. Je später Mängel entdeckt werden, desto teurer ist die Behebung.⁵⁰
2. Neue Mängel entstehen während der Wartezeit. Zum Beispiel durch Witterung oder Unachtsamkeit.
3. Fehlender Bezug der einzelnen Arbeitsschritte zueinander. Die Arbeitsschritte werden in der Regel von unterschiedlichen Personen oder sogar unterschiedlichen Unternehmen durchgeführt. Sie konzentrieren sich darauf ihren Arbeitsschritt so effektiv wie möglich zu gestalten. Die Zusammenhänge sind den Beteiligten nicht oder nur sehr schwer ersichtlich. Sie können nicht erkennen, wie ihre Arbeit den nachfolgenden Arbeitsschritt oder das Endergebnis beeinflusst. Transparenz ist aber eine Voraussetzung für Schlanke Prozesse.

⁵⁰ Vgl. Pfeiffer & Weiß S. 117ff

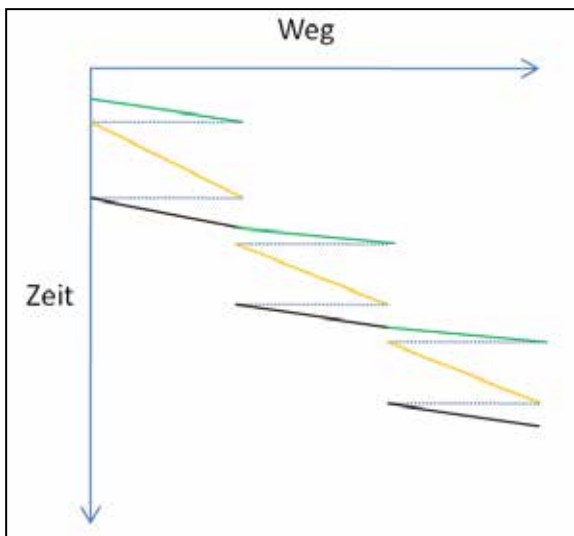


Abbildung 10 - Schlanker Ablauf

Eine schlankere Alternative bietet der in Abbildung 10 dargestellte Arbeitsablauf. Hier werden alle Arbeitsschritte eines Teilabschnittes nacheinander fertig gestellt. Erst dann wird mit dem nächsten Teilabschnitt begonnen. Dadurch ergibt sich eine Reihe von Vorteilen:

1. Teilabschnitte werden früher fertiggestellt und können gegebenenfalls dem Auftraggeber übergeben werden.
2. Bezug zwischen den Arbeitsschritten ist hergestellt, die gegenseitige Beeinflussung der Arbeitsschritte wird erkennbar, das lernen wird vereinfacht. Idealerweise führt dasselbe Personal alle Arbeitsschritte durch.
3. Mängel können früher erkannt und leichter behoben werden.
4. Weniger Schäden durch Warten.
5. Frühere und kostengünstigere Fertigstellung des Gesamtbauwerkes durch Lerneffekt⁵¹. Die Arbeitsabläufe eines Abschnittes werden im nächsten Abschnitt weitestgehend wiederholt. Durch Übung und Optimierung wird der Arbeitsablauf beschleunigt.

Der schlanke Ablauf bedarf neuer Geräte und Verfahren. Wird zum Beispiel zur Herstellung der Asphaltdecke ein heute üblicher Asphaltfertiger eingesetzt, so hat dieser hohe Stillstandszeiten und -kosten. Denkbar wäre einerseits ein preiswerteres Gerät mit niedrigerer Produktivität oder ein vielseitig einsetzbareres Gerät. Zum Beispiel ein Art Bagger, der mit verschiedenen Anbaugeräten für alle Arbeitsschritte einsetzbar ist. Dies würde den Erfahrungen aus der stationären Industrie entsprechen. Hier werden hochspezialisierte High-Tech Maschinen die eine Stapelproduktion bedingen „Monumente“ genannt.⁵² Im Zuge der Verschlankeung werden sie regelmäßig durch Low-Tech Alternativen ersetzt, die eine Fließproduktion ermöglichen.

⁵¹ Coenenberg (1999) S. 199ff

⁵² Auf dem Weg S.260ff

6.4. Belohnungen nach Gesamt-Unternehmenserfolg

Belohnungen auf Abteilungs- oder Profitcenter-Ebene gehen in die falsche Richtung. Sie verleiten dazu in den Grenzen der Unternehmenseinheit zu denken. In meiner Praxis habe ich miterlebt, wie Unternehmenseinheiten sich bewusst einen finanziellen Vorteil auf Kosten des Gesamtunternehmens gesichert haben. Die Profit-Center-Boni waren sicher einer der maßgeblichen Gründe dafür.

Im Schlanke Denken wird ganzheitlich gedacht. Verschwendung soll im gesamten Wertstrom aufgespürt werden. Unternehmen die auf Schlanke Produktion umgestellt haben, haben die Zusammenarbeit ihrer Abteilungen von Grund auf neu gestaltet.⁵³

Der Erfolg eines Unternehmens kann nur auf der Ebene des gesamten Unternehmens sinnvoll betrachtet werden. Dementsprechend können Belohnungen die Mitarbeiter nur motivieren, wenn ihnen der Erfolg des gesamten Unternehmens zu Grunde liegt. So können die Mitarbeiter zusätzlich motiviert werden Verschwendung zu beseitigen.

Nach W&J sind die für alle sichtbaren Erfolge bei der Umstellung auf eine schlanke Produktion eine wesentlich einflussreichere Motivation für die Mitarbeiter. Der größere Gestaltungsspielraum, die gestiegene Verantwortung und das Erkennen der Bedeutung der eigenen Arbeit ermöglicht es den Mitarbeitern sich mehr mit dem Unternehmen und dessen Erfolg zu identifizieren.⁵⁴

⁵³ Vgl. Womack & Jones(2003)

⁵⁴ Vgl. Pfeiffer & Weiß(1992)

7. Fazit

Schlankes Denken birgt ein enormes Potential für die Bauindustrie. Die Thesen zum Schlanken Bauen zeigen, wie stark sich die neue Philosophie von der bisherigen Praxis unterscheidet.

Schlankes Bauen bedeutet für unterschiedliche Unternehmen in unterschiedlichen Bereichen der Bauindustrie unterschiedlich Konsequenzen. Welche konkreten Veränderungen Schlankes Bauen für das jeweilige Unternehmen bedeuten wird die Praxis zeigen. Denn genauso wie Schlankes Denken in der unternehmerischen Praxis entwickelt wurde, muss sich Schlankes Bauen aus der Praxis entwickeln. Die umfassende und tiefgreifende Anwendung des Schlanken Denkens in der Bauindustrie wird zum Schlanken Bauen führen.

Schlankes Bauen bedeutet völlig neue Arbeitsabläufe und eine nie dagewesene Produktivität.

Habe ich mein Ziel erreicht und ihr Interesse geweckt? Wie geht es weiter? ⁵⁵

Ich möchte mich aktiv mit dem Schlanken Bauen auseinandersetzen und mich an der Umsetzung beteiligen. Dafür möchte ich mich mit der umfangreichen aktuellen Literatur zu Lean Construction befassen. Vor allem aber möchte ich Schlankes Bauen in der Praxis untersuchen und umsetzen: Eine detaillierte Wertstromanalyse eines Bauprojektes erstellen, die Produktion Richtung Fließen verbessern und so weiter.

Dem interessierten Leser empfehle ich einen ähnlichen Weg:

1. Allgemeine Lean Literatur als Grundlage: „Lean Thinking“⁵⁶
2. Aktuelle Lean Construction Literatur verfolgen⁵⁷
3. Kontakt zu Praktizierenden aufnehmen

Die Umsetzung des Schlanken Bauens wird anspruchsvoll, aufwendig und sicherlich auch riskant. Dazu möchte ich Sie abschließend mit den Worten Erich Kästners ermutigen:

Es gibt nichts Gutes / außer: Man tut es.

⁵⁵ Wie hat Ihnen diese Arbeit gefallen? Ich würde mich sehr über ihr Feedback freuen: max@mxt.no

⁵⁶ Siehe Kapitel 5

⁵⁷ Kirch(2009) und <http://www.leanconstruction.org/readings.htm>

8. Quellen

Alves, Thais da C.L. / Tsao, Cynthia C.Y. (2007)

Lean Construction – 2000 to 2006.

In: Lean Construction Institute Journal Vol 3#1, April 2007

Ballard, Glenn (2000)

The Last Planner System of Production Control.

The University of Birmingham, <http://www.leanconstruction.org/pdf/ballard2000-dissertation.pdf>,
abgerufen am 03.12.2010

Blaschko, Michael (2010)

Ist das Bauingenieurwesen attraktiv?

In: Bauingenieur Nr. 85, Januar 2010

Bösenberg, Dirk (1992)

Lean Management: Vorsprung durch schlanke Konzepte

Landsberg/Lech, Verlag Moderne Industrie, 1992

Coenenberg, A. G (1999)

Kostenrechnung und Kostenanalyse

4. Auflage. Landsberg, Lech, Schäffer-Poeschel Verlag, 1999

Forbes, Lincoln H. / Ahmed Syed M. (2009)

Modern Construction: Productive and Lean Practices

CRC Press, 2009

Forster, Bernd A.(2007)

Anpassungsdruck und Anpassungsstrategien des grenznahen Handwerks

angesichts veränderter Wettbewerbsbedingungen im Zuge der EU-Erweiterung 2004

München, Herbert Utz Verlag, 2007

Gerstlberger, Wolfgang / Schneider, Karsten(2008)

Öffentlich Private Partnerschaften. Zwischenbilanz, empirische Befunde und Ausblick

Berlin, Edition Sigma, 2008

Keitel, Hans-Peter (2010)

Risikomanagement

Skript zur Vorlesung „Strategische Unternehmensführung in der Bauindustrie“ WS 10/11, TU Berlin

Kim, Daeyoung / Park, Hee-Sung(2006)

Innovative construction management method: Assessment of lean construction
implementation

In: KSCE Journal of Civil Engineering, Volume 10, Number 6, 2006

Kirsch, Jürgen(2009)

Organisation der Bauproduktion nach dem Vorbild industrieller Produktionssysteme

Karlsruhe, Universitätsverlag Karlsruhe, 2009

Kochendörfer, Bernd / Liebchen, Jens H. / Viering Markus G. (2007)

Bauprojektmanagement

3. Auflage. Wiesbaden, Teubner Verlag, 2007

Koskela, Lauri (1992)

Application of the new production philosophy to construction

Stanford University, <http://www.ce.berkeley.edu/~tommelein/Koskela-TR72.pdf>, abgerufen am 19.12.2010

Pfeiffer, Werner / Weiß, Enno(1992)

Lean Management: Grundlagen der Führung und Organisation industrieller Unternehmen

Berlin, Erich Schmidt Verlag, 1992

Porsche: Geschäftsberichte

Geschäftsberichte 2009 und 2010

Stuttgart, Porsche Holding SE

Roßbach, Anton (2011)

Übernahme der Planerleistungen

Seminararbeit Operative Unternehmensführung an der TU Berlin

VOB: Teil A

Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen

www.vob-online.de, Stand 01/2011

Wikipedia: Fließbandfertigung

<http://de.wikipedia.org/wiki/Flie%C3%9Fbandfertigung> abgerufen am 10.02.2011

Womack, James P. / Jones, Daniel T. (2003)

Lean Thinking. Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation

2003 Paperback Edition. Simon & Schuster UK Ltd, 2003

Womack, James P. / Jones, Daniel T. (1996)

Auf dem Weg zum perfekten Unternehmen (Lean Thinking)

4. Auflage. Frankfurt/Main, Campus Verlag GmbH, 1997

(Dies ist eine Übersetzung ins Deutsche der 1996 Edition von Lean Thinking. Ich ziehe die englische Version vor. Sie ist basiert einerseits auf der 2003 Edition und andererseits hat die Übersetzung Mängel.)

Womack, James P. / Jones, Daniel T. / Roos, Daniel (1990)

The machine that changed the world: based on the Massachusetts Institute of Technology 5-million dollar 5-year study on the future of the automobile

Rawson Associates, 1990