

Was ist Lean Construction?

von Gregory A. Howell¹

Abstract

Die Ursprünge der Lean Production werden aufgezeigt und eine These aufgestellt, dass es sich hier um eine neue Form der Produktionssteuerung handelt, welche weder der Massen- noch der handwerklichen Fertigung entspricht. Dann wird die Anwendbarkeit von Lean Production bei der Baustellenfertigung untersucht, und das Wesen der Lean Construction wird mit der aktuellen Baupraxis verglichen.

¹ Der englische Originalbeitrag erschien in Proceedings IGLC-7 1, 1999. Gregory A. Howell ist Direktor des Lean Construction Institute, USA.

Einführung

Lean Construction hat, wie die gängige Praxis, das Ziel, die Kundenanforderungen besser zu erfüllen und gleichzeitig weniger von allem zu benötigen. Aber anders als die gängige Praxis beruht Lean Construction auf den Prinzipien des Produktionsmanagements, der „Physik“² des Bauens. Das Ergebnis ist ein Projekt-Abwicklungs-System, das auf jede Art der Baustellenfertigung angewendet werden kann, aber besonders für komplexe, unsichere und schnelle Projekte geeignet ist.

Geschichtliche Entwicklung von Lean Production

Lean Production war von Toyota unter Führung des Ingenieurs Ohno entwickelt worden. Er war ein pfiffiger, wenn auch schwieriger Mensch, der sich zum Ziel gesetzt hatte, Verschwendung zu beseitigen. Der Ausdruck „Lean“ wurde von dem Forschungsteam, das über internationale Autoherstellung forschte, geprägt. Er sollte sowohl die Eigenschaften zur Reduzierung von Verschwendung von Toyotas Produktionssystem widerspiegeln als auch den Gegensatz zu handwerklicher und zu Massenproduktion verdeutlichen (Womack et al. 1991). Handwerkliche Fertigung konzentriert sich auf Arbeiterproduktivität, Massenfertigung auf die Maschine. Ingenieur Ohno hat die Aufmerksamkeit von diesen engen Bereichen auf das gesamte Produktionssystem ausgeweitet. Er folgte dem Werk von Henry Ford und setzte die Entwicklung des flussbasierten Produktionssystems fort. Aber anders als Ford, welcher auf eine fast unbegrenzte Nachfrage nach einem Standardprodukt traf, wollte Ohno kundenspezifische Autos bauen. Ausgehend von dem Bemühen, Maschinenrüstzeiten zu reduzieren und unter dem Einfluss von TQM entwickelte er ein einfaches Anforderungspaket für das neu zu entwickelnde Produktionssystem: Produziere ein Auto nach den Anforderungen eines einzelnen Kunden, liefere es sofort aus und halte keine Bestände oder Zwischenlager.

Verschwendung wird durch die Leistungsanforderungen an das Produktionssystem definiert. Das Nichterfüllen der individuellen Anforderungen eines Kunden ist Verschwendung, genau wie Zeitaufwand, der über die sofortige Lieferung hinausgeht oder nicht genutzter Bestand. Die morgendliche Tasse Kaffee dient als Beispiel: Sofortige Auslieferung ist möglich, doch dafür braucht man entweder ein Zwischenlager in Form einer Kaffeekanne, oder man muss eine Tasse löslichen Kaffees akzeptieren, welcher kaum die Anforderungen eines Kunden erfüllt, der sich nach einem fettreduzierten doppelten Milchkaffee sehnt.

Wenn man sich in Richtung auf Null-Verschwendung, also Perfektion, bewegt, verlagert man den Fokus der Verbesserung von der Aktivität auf das Abwicklungssystem. Ohno und andere japanische Ingenieure waren aufgrund ihrer Werksbesichtigungen in den USA vertraut mit der Massenfertigung von Autos. Wo amerikanische Manager Effizienz sahen, sah Ohno an jeder Ecke Verschwendung. Er erkannte, dass der Druck, jede Maschine mit maximaler Produktionsleistung laufen zu lassen, zu enormen Zwischenlagern führte, was er die Verschwendung durch Überproduktion nannte. Und er sah, dass aufgrund des Drucks, das Fließband am Laufen zu halten, Mängel in die Autos eingebaut wurden. Produktion um jeden Preis bedeutete, dass Mängel in Autos verblieben, während sie sich auf dem Band weiterbewegten. Diese Mängel unterbrachen nachfolgende Arbeiten und ließen komplette Autos voller Mängel entstehen. Während die amerikanische Vorgehensweise darauf zielte, die Maschinen und das Fließband am Laufen zu halten, um die Kosten eines jeden Teils und eines jeden Autos zu minimieren, setzten Ohnos Anforderungen an das Produktionssystem einen

² Die Idee „Physik“ der Produktion ist aus dem Buch „Factory Physics“, einer exelenten Abhandlung über Produktionsmanagement entliehen (Hopp and Spearman 1996)

multidimensionalen Standard der Perfektion, der nichtoptimale Produktionsweisen verhindern sollte und stetige Verbesserungen forderte.

Sofortige Auslieferung eines kundenspezifischen Autos ohne Bestände erfordert enge Abstimmung zwischen dem Fortschritt des Autos entlang der Montagelinie und der Anlieferung der Teile von Zulieferern. Nacharbeiten aufgrund von Fehlern konnten nicht toleriert werden, da dies den Durchsatz reduzierte, die komplette Fertigungszeit eines Autos erhöhte und unzuverlässigen Arbeitsfluss bewirkte. Und die Koordination der Ankunft von Teilen, die einem bestimmten Auto zugeordnet sind, würde unmöglich, wenn der Fertigungsfortschritt des Autos unzuverlässig wäre.

Ingenieur Ohno forderte sogar, dass Arbeiter das Montageband stoppten, falls sie ein defektes Teil oder Produkt erhielten (in US-amerikanischen Werken durfte nur der Werksleiter das Montageband anhalten). Anstrengungen zur Beseitigung von Nacharbeiten sind unter dem Gesichtspunkt der Systemoptimierung sinnvoll, aber das Anhalten des Bandes wirkt auf Leute, die versuchen, die Leistung einer einzelnen Aktivität zu optimieren, sehr seltsam. Das Anhalten des Bandes war für Ohno sinnvoll, weil er erkannte, dass Kostenreduzierung oder Beschleunigung zu Verschwendung führen können, wenn durch die „Verbesserung“ Schwankungen in den Arbeitsablauf einfließen.

Die Forderung an die Arbeiter, das Band, falls nötig, zu stoppen, dezentralisierte die Entscheidungsfindung. Ohno trieb dies weiter voran, indem er die zentralisierte Bestandsführung durch ein einfaches System von Karten und Behältern ersetzte, welche den vorgelagerten Produktionsstätten den nachgelagerten Bedarf anzeigten. Tatsächlich wurde eine Bestandsteuerungsstrategie entwickelt, welche das zentrale Push-Prinzip durch ein verteiltes Pull-Prinzip ersetzte. Das Pull-Prinzip war entscheidend, um die Arbeit im Prozess (WIP) zu reduzieren. Weniger WIP bindet weniger Kapital und verringert die Kosten von Designänderungen während des Produktionsprozesses, weil nur wenige Teile verschrottet oder überarbeitet werden müssen. In Push-Systemen sind große Bestände notwendig, um die Produktion am Laufen zu halten, weil Push-Systeme keine Unsicherheiten im Produktionsablauf abfedern können. Große Bestände erhöhen die Kosten von Änderungen.

Ohno dezentralisierte auch das Management der Fabrikhalle, indem er jedem, der in die Produktion eingebunden war, Informationen über das Produktionssystem sichtbar machte. „Transparenz“ erlaubte es den Mitarbeitern, Entscheidungen zur Unterstützung der Anforderung des Produktionssystems zu treffen, und reduzierte den Bedarf an Entscheidungen durch Vorgesetzte und zentrales Management.

Als er nach und nach die Anforderungen der Industriefertigung mit geringer Verschwendung verstand, befasste er sich auch mit dem Entwicklungsprozess und Supplychain. Um die Zeit für die Entwicklung und Auslieferung eines neuen Modells zu reduzieren, wurde bereits während der Entwicklung des neuen Autos der neue Produktionsprozess mitgestaltet. Den Zulieferern wurde die Aufgabe übertragen, Komponenten zu entwickeln, die die Design- und Produktionskriterien des neuen Modells erfüllen sollten. Neue Vertragsformen wurden entwickelt, welche den Lieferanten einen Anreiz gaben, sowohl kontinuierlich die Kosten ihrer Komponenten zu reduzieren als auch an der Gesamtverbesserung des Produktes und der Abwicklung teilzuhaben. Toyota war ein anspruchsvoller Kunde, aber das Unternehmen bot seinen Lieferanten auch kontinuierliche Unterstützung bei Verbesserungsprozessen.

Lean Production entwickelt sich weiter, aber der grundlegende Rahmen ist klar: Entwickle ein Produktionssystem, das einem Kunden sofort ein individuelles Produkt liefert, und zwar ohne Nutzung von Zwischenlagern. Das Konzept beinhaltet:

- Identifiziere und liefere Wert für den Kunden: Beseitige alles, was den Wert nicht erhöht.
- Organisiere die Produktion als kontinuierlichen Fluss

- Perfektioniere das Produkt und erzeuge einen zuverlässigen Arbeitsfluss³ durch das Anhalten des Montagebandes, Anwenden des Pull-Prinzips in der Bestandsführung, Verteilen von Informationen und Dezentralisieren der Entscheidungsfindung.
- Strebe nach Perfektion: Liefere ein individuelles Produkt, das die Kundenanforderung erfüllt, und zwar ohne Lagerung.

Lean Production kann nun verstanden werden als eine neue Entwicklungs- und Produktionsmethode, die sich von der Massenproduktion und der handwerklichen Produktion durch die Zielsetzung und Techniken, die in der Fertigung, in der Entwicklung und entlang der Lieferketten angewendet werden, unterscheidet. Lean Production zielt auf die Optimierung der Leistung des Produktionssystems unter dem Gesichtspunkt, individuelle Kundenwünsche perfekt zu erfüllen.

Lean Construction

Lean Construction akzeptiert Ohnos Anforderungen an ein Produktionssystem als den Standard der Perfektion. Aber wie kann man Toyotas System der Lean Production im Baubereich anwenden? Die Bauindustrie hat viele Ideen der industriellen Fertigung abgelehnt, weil sie der Meinung ist, der Baubereich sei anders. Industrielle Fertiger produzieren Komponenten für Projekte, aber die Planung und der Bau individueller und komplexer Projekte unter höchst unsicheren Rahmenbedingungen und unter großem Zeit- und Planungsdruck unterscheidet sich grundlegend von der Herstellung von Konservendosen.

Lean Production lädt zu einem genaueren Blick ein. Sicherlich klingt das Ziel, ein Projekt, das individuelle Kundenanforderungen erfüllt, mit minimalem Zeitaufwand abzuwickeln, wie die Zielsetzung eines jeden Projektes, und Ohnos Konzept der Vermeidung von Verschwendung ist bestechend. Verschwendung in Bauprojekten und Verschwendung in der industriellen Fertigung haben ihre Ursache in derselben aktivitätszentrierten Denkweise: „Übe auf jede Aktivität intensiven Produktionsdruck aus, denn Kostenreduzierung und Beschleunigung eines jeden Arbeitsschrittes sind der Schlüssel zu Verbesserung.“ Ohno wusste, dass es eine bessere Art der Planung und Produktion gab.

Die Abwicklung von Bauprojekten unter Berücksichtigung von Lean-Aspekten unterscheidet sich von der typischen gängigen Praxis:

- Es gibt ein klares Paket von Zielsetzungen für den Abwicklungsprozess.
- Man zielt darauf ab, auf Projektebene eine maximale Leistung für den Kunden zu erbringen.
- Man entwickelt parallel das Produkt und den Produktionsprozess.
- Man wendet Prinzipien der Produktionssteuerung über den gesamten Verlauf des Projektes an.

Im Gegensatz dazu hat sich die aktuelle Form der Produktionsplanung in Bauprojekten aus derselben aktivitätszentrierten Vorgehensweise entwickelt, die man in den Bereichen Massenfertigung und Projektmanagement findet. Sie zielt darauf, das Projekt Aktivität für Aktivität zu optimieren, wobei man annimmt, der Wert für den Kunden sei bereits in der Planungsphase identifiziert worden. Die Produktion in einem Projekt wird dadurch gesteuert, dass man das Projekt zunächst in kleinere Einheiten zerlegt, z.B. Planung und Ausführung, dann diese Einheiten in eine logische Reihenfolge bringt und dabei die Zeit und die notwendigen Ressourcen für jede Aktivität und damit für das gesamte Projekt abschätzt. Jede Einheit oder Aktivität wird weiter zerlegt, bis sie an eine externe Firma vergeben oder einem Polier, Vorarbeiter oder Kolonnenführer zugewiesen wird. Die Steuerung besteht darin, die

³ Zuverlässiger Arbeitsfluss wurde durch das Anhalten der Montagebandes bewirkt, war aber nicht ein von vornherein gesetztes Ziel.

Kontrakte und Aktivitäten gegen ihre jeweiligen Zeit- und Budgetpläne zu kontrollieren. Diese Plan-Ist-Vergleiche werden aggregiert in Projektfortschrittsberichte. Wenn Aktivitäten oder Aktivitätsketten entlang des kritischen Pfads in Rückstand geraten, unternimmt man größte Anstrengungen, Kosten und Dauer der kritischen Aktivität zu reduzieren oder die Aufgabenreihenfolge zu ändern. Wenn diese Schritte das Problem nicht lösen, ist es oft notwendig, trotz entstehender Mehrkosten die Abfolge der einzelnen Aktivitäten zu ändern, um einen Projektfortschritt zu erreichen. Die aktivitätszentrierte Vorgehensweise verbirgt den Blick auf die Verschwendung, die zwischen laufenden Aktivitäten dadurch stattfindet, dass nicht genau vorhergesehen werden kann, wann Arbeitsaufgaben freigegeben werden und wann die notwendigen Ressourcen ankommen. Kurz gesagt, die aktuellen Formen von Produkt- und Projektmanagement betonen die Aktivitäten und ignorieren die Arbeitsfluss- und Wertespekte. (Koskela 1992, Koskela und Huavila 1997)

Die erste Anforderung von Lean Production ist nun, die Wechselbeziehung von Abhängigkeiten und Schwankungen zu beherrschen. Goldratt (1986) illustriert die Wirkungen auf die Produktion in seinem Buch „The Goal“, und die Anwendung auf die Baustellenfertigung wird von Tommelein et al. (1999) in „Parade of trades“ gezeigt. Das Problem der Abhängigkeit und Schwankung kann man sich anhand von dichtem Verkehr auf Autobahnen verdeutlichen. Wenn alle Autos mit genau derselben Geschwindigkeit fahren würden, könnte der Abstand zwischen den Autos sehr klein sein und die Kapazität der Autobahn wäre nur durch die jeweilige Geschwindigkeitsbeschränkung festgelegt. Jedes Auto würde von dem vorausfahrenden Fahrzeug abhängen, die Schwankungsbreite wäre null, und es gäbe keinerlei Bestand an ungenutztem Straßenbelag. In der Realität jedoch benutzt zwar jedes Auto den Straßenbelag, den das vorausfahrende Fahrzeug verlassen hat, aber die Geschwindigkeiten variieren.

Unter dem Druck, zur Arbeit oder nach Hause zu gelangen, reduzieren sich die Abstände zwischen den Autos, und jede Geschwindigkeitsschwankung erfordert eine sofortige Reaktion des nachfolgenden Wagens. Je weiter sich die Lücken verkleinern, desto schneller pflanzen sich kleine Schwankungen der Geschwindigkeit in den Fahrzeugkolonnen fort. Eine kleine Verzögerung kann zu einer riesigen stehenden Welle führen, wenn sich der Verkehr auf Kriechgeschwindigkeit verlangsamt. Das Auflösen des Staus ist schwierig, da es unmöglich ist, jeden dazu zu bringen, sanft auf Standardgeschwindigkeit zu beschleunigen. Maximalgeschwindigkeit zu jedem Zeitpunkt garantiert keine minimale Reisezeit, da Abhängigkeiten und Schwankungen berücksichtigt werden müssen. Der Gedanke, dass man kein bisschen schneller heimkommt, wenn man schnellstmöglich und mit minimalem Sicherheitsabstand fährt, widerspricht der normalen Vorstellung (wenigstens bei Jugendlichen). Sicherlich funktioniert das System nicht, wenn die Schwankungen höher sind.

Es ist jedoch wesentlich, den Einfluss der Aktivitäten aufeinander und die Auswirkungen der Abhängigkeiten und Schwankungen zu beherrschen, wenn man Projekte in der kürzestmöglichen Zeit abwickeln muss. Das Minimieren der Auswirkungen von Abhängigkeiten und Schwankungen wird eine zentrale Aufgabe des Planungs- und Steuerungssystems, je weiter die Projektlaufzeit verkürzt wird und/oder die Komplexität anwächst. (Komplexität wird durch die Anzahl der Objekte oder Aktivitäten, die sich gegenseitig beeinflussen, definiert) Das Bedürfnis, Zuverlässigkeit in komplexen Situationen und unter Zeitdruck zu verbessern ist offensichtlich. Neue Formen des Planens und Steuerns sind notwendig.

Das erste Ziel der Lean Construction muss sein, die grundlegende „Physik“ der Produktion und die Effekte der Abhängigkeiten und Schwankungen entlang der Liefer- und Montageketten zu verstehen. Diese physikalischen Punkte werden in der gängigen Praxis ignoriert, da man dazu neigt, sich auf Teamwork, Kommunikation und gegenseitige Verträge zu stützen. Diese eher menschlichen Aspekte stehen an der Spitze der Liste der auftretenden Schwierigkeiten der Praktiker, weil sie die Quelle ihrer Probleme nicht erkennen, ja

tatsächlich gar nicht erkennen können. Es liegt nicht daran, dass diese Leute dumm sind, aber es fehlt ihnen die Sprache und die begriffliche Basis, das Problem mit den Ausdrücken der Produktionsphysik zu beschreiben. Die Entwicklung des „Partnerings“ verdeutlicht diesen Punkt.

Von der Aktivitätenperspektive aus gesehen ist Partnering sehr sinnvoll. Aber wenige erkennen, dass Partnering eine Antwort darauf ist, dass die zentrale Steuerung bei der Abwicklung der Produktion unter komplexen und unzuverlässigen Rahmenbedingungen versagt hat. Unter diesen Umständen müssen die Vertreter der Aktivitäten oder Kontrakte direkt miteinander kommunizieren können, ohne sich auf eine zentrale Autorität zu verlassen, die den Informationsfluss steuert und so funktioniert Partnering. Mit dem Lean-Verständnis der Produktionsphysik betrachtet, ist Partnering der Beweis, dass das Produktionsmanagement versagt hat, aber es bietet die Gelegenheit, das Planungssystem unter Kollaborationsaspekten zu überarbeiten, um eine enge Zusammenarbeit und zuverlässigen Arbeitsfluss zu unterstützen.

Lean unterstützt die Entwicklung von Teamarbeit und die Bereitschaft, Lasten entlang der Lieferketten zu verschieben. Partnering-Beziehungen, gekoppelt mit Lean-Denken, ermöglichen schnelle Projektrealisierungen. Der Grundgedanke des Partnerings ist Vertrauensbildung, der des Lean Managements das Aufbauen von Zuverlässigkeit. Vertrauen ist die menschliche Haltung, die sich unter den Rahmenbedingungen der Zuverlässigkeit entwickelt. Man vertraut einander wahrscheinlich nicht sehr lange, wenn man keine Zuverlässigkeit zeigt. Zuverlässigkeit ist eine Folge der Art und Weise, wie Systeme geplant sind. Natürlich managen Menschen Systeme und liefern unter den gängigen Wertevorstellungen eine gute Arbeit ab. Das Problem ist nur, dass Produktionssysteme nicht gut funktionieren, wenn jeder versucht, nur seine Leistung zu optimieren, ohne zu verstehen, wie seine Handlungen das Gesamtsystem beeinflussen.

Das Problem, Arbeitskräfte mit verfügbarer Arbeit abzugleichen, bietet ein gutes Beispiel für den Unterschied zwischen dem gängigen Blick auf den Arbeitsplatz und dem Lean-Blick. „Arbeitskräfte mit Arbeit abzugleichen“ bedeutet, die Ressourcen verfügbar zu haben, damit eine Mannschaft stetig und ohne Unterbrechungen arbeiten kann. Die gängige Praxis sieht das Zuweisen der Arbeit zu einer Mannschaft als eine Art Minivertrag, welcher mehr oder weniger unabhängig von anderen Arbeitszuordnungen ist, und übergibt dem Teamleiter die Verantwortung für die Organisation der Ressourcen und die Leitung der Gruppe. Um fair zu sein, Unternehmen haben Logistiksysteme, welche versuchen, die notwendigen Ressourcen zu den Mannschaften zu bringen, und einige wenige versuchen tatsächlich, Arbeitspakete zusammenzustellen und zuzuordnen. Aber in der Mehrzahl der Fälle sind die Vorarbeiter dafür verantwortlich, die Ressourcen letztendlich zu beschaffen und sicherzustellen, dass ihre Mannschaften kontinuierlich arbeiten können. Wenn diese Vorgehensweise keine akzeptablen Ergebnisse liefert, wenn z.B. die Zahlen schlecht sind, geht das Management davon aus, dass der Vorarbeiter oder die Mannschaft keine gute Leistung erbringen.

Firmen unterhalten normalerweise ausgefeilte Kostenkontrollsysteme, um diese Leistung zu messen. Diese Systeme sind eine Verkörperung der Ursache-Wirkungs-Theorien, die in den Firmen vorherrschen. Im Kern dieses Modells steht der Glaube, dass die Mannschaft im wesentlichen unabhängig ist und dass alle Kosten, die auf eine Kostenstelle gebucht werden innerhalb der Anstrengung entstehen, die die Mannschaft bei der Erfüllung der ihr zugewiesenen Aufgaben aufwendet. Der Lean-Blick ist anders, weil er das Problem unter dem Aspekt der physikalischen Produktion sieht. Die Mannschaft verarbeitet mit schwankendem Arbeitstempo Ressourcen, die ebenfalls in variablen Intervallen geliefert werden. Arbeitskraft und verfügbare Arbeit aufeinander abzustimmen, ist ein schwieriges System-Design-Problem mit einer beschränkten Anzahl an „Lösungen“. Lean arbeitet daran, die Mannschaft von den Lieferschwankungen zu isolieren, indem man einen angemessenen Vorrat an zu erledigenden

und möglichen Arbeiten schafft (dies entspricht dem Sicherheitsabstand zwischen Autos) oder versucht, zusätzliche Kapazitäten in der Mannschaft bereitzuhalten, so dass diese je nach den Umständen ihr Arbeitstempo beschleunigen oder verlangsamen können. Gelegentlich werden diese Techniken angewendet (man fährt über die Autobahn zur Arbeit). Leider reduzieren weder Ressourcenpuffer noch Kapazitätspuffer die Lieferschwankungen und die Auslastungsrate der nachgelagerten Arbeitsteams.

Diese Probleme sind in den Fabriken durch lange und vorhersehbare Abläufe gelöst (so wie auf unseren Traumatobahnen auch). Unter diesen stabilen Voraussetzungen können Manager den Arbeitsvorrat an jeder Station vorhersagen und Arbeitskräfte entlang des Produktionsbandes verschieben, um Ungleichgewichte zu minimieren. Solche Fabriken sind meistens Träume, welche wenig mit Baustellen zu tun haben, wo wir nur eine vage Vorstellung des Arbeitsaufwandes der einzelnen Aktivitäten aus vorherigen Projekten übertragen können. Anhänger der gängigen Praxis sagen manchmal, sie seien hilflose Opfer des Schicksals, wenn sie damit konfrontiert werden, Unsicherheit auf Projekten zu managen. Ihre Wahrnehmung ist, dass Unsicherheit in anderen Aktivitäten außerhalb ihres Einflussbereiches entsteht. Die Lean-Methode hingegen besteht darin, sicherzustellen, dass wir kein Opfer der Schwankungen im Arbeitsfluss werden, und Abhängigkeiten zu entkoppeln, wenn wir die Schwankungen nicht unter Kontrolle halten können. Bei Lean Construction sind, genau wie bei der industriellen Fertigung, Planung und Steuerung zwei Seiten derselben Medaille, welche sich durch das ganze Projekt hindurch dreht.

- **Planung:** Definition von Erfolgskriterien und Entwicklung von Strategien zur Erreichung von Zielsetzungen
- **Steuerung:** Das Auslösen von Ereignissen, um den Plan zu erfüllen, und der Anreiz, aus Erfahrungen zu lernen und die Planung zu überarbeiten

Oft lautet die erste Frage, die uns gestellt wird, wenn wir Leuten, die nicht mit Lean-Denken vertraut sind, ein Projekt beschreiben: „Welche Art von Vertrag war in Kraft?“ Als nächstes kommen Organisations- und Systemfragen: „War die Überwachung objekt- oder gewerkeweise? Waren Planer vor Ort? Wussten die Bauherren, was sie wollten?“ Diese Fragen spiegeln das vertrags- und aktivitätszentrierte Denken wider. Lean Construction dagegen ruht auf einem Denken in Richtung Produktionsmanagement. Wir fragen nach der Art, wie die Arbeit selbst geplant und gemanagt wird. Wir wollen wissen, ob das Planungssystem selbst unter Kontrolle ist. Wir wollen die räumliche Anordnung der Lager kennenlernen, überzählige Kapazitäten und das Ausmaß, in dem der Planungs- und Bauprozess dem Kunden Wert bringt.

Lean Construction sieht die Unsicherheiten bei der Materiallieferung und in der Auslastung als erste große Herausforderung und benutzt die Produktionsplanung, um die Arbeitsfreigabe für die nächste Arbeitsgruppe vorhersagbarer zu machen, und dann arbeiten wir innerhalb der Teams, um die Ursache der Schwankungen zu verstehen.

Während die gängige Praxis sich mit Punktgeschwindigkeiten befasst, konzentriert sich Lean Construction auf die Schwankungen im Gesamtsystem.

Bei Lean-Baustellen sind Arbeitskräfte und Arbeitsfluss eng abgestimmt, wenn die Schwankung unter Kontrolle ist, und die Aktivitäten werden durch Pufferressourcen entkoppelt, wenn die Schwankungen nicht unter Kontrolle und die Arbeitsinhalte nicht im Gleichgewicht sind. Diese Lösungen werden durch die Physik der Situation bestimmt. Während die gängige Praxis die individuelle Leistungsfähigkeit abschätzt und versucht, diese zu steuern, sehen wir das Planungssystem als Schlüssel zu zuverlässigem Arbeitsfluss. Baustellenfertigung unterscheidet sich von der industriellen Fertigung durch die Art, wie Arbeit an die Arbeitsgruppe übergeben wird. Bei der industriellen Fertigung wird die Arbeit

freigegeben und bewegt sich gemäß dem Fabriklayout entlang des Montagebandes. Bei der Baustellenfertigung wird die Arbeit durch einen administrativen Akt freigegeben. In diesem Sinne ist die Baustellenfertigung weisungsgetrieben, und daher ist das Messen und Verbessern der Leistung des Planungssystems der Schlüssel dazu, die Zuverlässigkeit des Arbeitsflusses zu verbessern. Das Messen der Leistung des Planungssystems spiegelt unser Verständnis von Ursache und Wirkung wider. Dies ist eine andere Denkweise, ein neuer Roman. Sobald wir die Physikprobleme auf dem Niveau der Arbeitsgruppe verstehen, sehen wir alle möglichen neuen Gesichtspunkte und Möglichkeiten.

Unsere erste Zielsetzung ist es, den Arbeitsfluss und die Produktion selbst zu beherrschen. Diese Anstrengung lohnt sich sofort und fordert, das Projektabwicklungssystem dahingehend zu ändern, dass es das Ziel eines zuverlässigen Arbeitsflusses ermöglicht. Dies umfasst auch eine Änderung der Art und Weise, wie die Arbeit während der frühen Planungsphase strukturiert wird, und eine Änderung der Organisation und Funktionalität sowohl des Hauptprojektplans als auch des Prozesses der Vorausschau (Ballard und Howell 1997).

Forschungen, die vom Lean Construction Institut durchgeführt werden, folgen diesem Pfad. Wir arbeiten zunächst daran, auf Aufgabenebene die Physik der Produktion zu verstehen. Dann werden die zugrundeliegenden Systeme so umkonzeptioniert, dass sie Hochleistung fördern, um mit Ohnos Worten zu sprechen. Das Planungssystem ist das erste Ziel dieses Umbaus, aber andere Entwicklungs-, Beschaffungs- und Logistiksysteme müssen ebenfalls untersucht werden. Wir wissen, dass Organisationsänderungen notwendig sein werden, um diese überarbeiteten Systeme zu ermöglichen. Hier übernehmen wir ein weiteres Kapitel von Ohno und rechnen damit, dass die dezentrale Steuerung das jetzige Vertrauen auf zentrale Steuerung ersetzen wird. Laufende Forschungsvorhaben untersuchen die Anwendung des Pullprinzips sowohl in der Baustellenfertigung als auch in der Planungsphase. Schließlich erwarten wir die Entwicklung neuer Vertragsformen, die zu zuverlässigem Arbeitsfluss und zur Optimierung auf der Eben der Übergabe des Endproduktes an den Kunden anreizen. Auf diese Art bewegen wir uns von der Aufgabe zum System, dann zur Organisation, dann zum Vertrag.

Der menschliche Aspekt kommt mit der Implementierung ins Spiel. Systeme, Teams, Organisationen, Kommunikation und Verträge ändern nicht die Physik. Ihr Design beschränkt die Handlung, genau wie physikalische Regeln andere Schranken setzten. Zum Beispiel gerät der Bedarf für vorgelagerte Investitionen, um nachgelagerte Schwankungen zu reduzieren, in Konflikt mit der aktuellen Praxis, alle Materialien so billig wie möglich zu kaufen, oder die Tatsache, dass jedes Team so schnell wie möglich arbeiten soll, steht im Widerspruch zur Zuverlässigkeit. Unsicherheiten im Arbeitsfluss erfordern gute Kommunikationskanäle, weil man versucht, irgendeine Möglichkeit zu finden, das Projekt oder die Arbeitsgruppe angesichts der Unsicherheit voranzubringen. Aber eine auf solche Art definierte Flexibilität benötigt zusätzliche Ressourcen und bringt mehr Unsicherheit in den Arbeitsfluss. Während wir Unsicherheit als Folge unserer Arbeitsmanagementmethode sehen, sehen sie Unsicherheit als Umwelteinfluss und damit als außerhalb ihres Einflussbereichs. Wir arbeiten mit unterschiedlichen Theorien, wir erzählen unterschiedliche Geschichten.

Bei der Umsetzung zeichnet sich allmählich ein Muster ab. In den meisten Firmen und auf den meisten Projekten überschätzen die Manager die Zuverlässigkeit ihres Planungssystems. Diese Haltung ändert sich, sobald die Entscheidung getroffen wurde, diese Planungssysteme nach objektiven Kriterien zu bewerten, und man die Ergebnisse auswertet. Neue Möglichkeiten werden enthüllt, und neue Anforderungen entstehen in allen Richtungen. Vorgelagerte Änderungen beinhalten normalerweise Änderungen in der Zeitplanung und der Losgröße der Lieferungen von Herstellern. Horizontal verschiebt die Koordination mit anderen Spezialunternehmen den Schwerpunkt von zentralgesteuerten Push- zu dezentralen Pullsteuerungen. In den nachgelagerten Bereichen wirkt sich der zuverlässige Arbeitsfluss

möglicherweise auf die Einsatzplanung der Arbeitskräfte aus. Ein Subunternehmer kann Arbeiter zwischen nahegelegenen Projekten verschieben, weil es nun möglich ist den tatsächlichen Bedarf an Arbeitskräften in den kommenden Wochen vorherzusagen. Reservearbeitskräfte werden reduziert und weniger Arbeiter können mehr Jobs bedienen.

„Wert“ ist ein Bereich unserer Arbeit, der nicht so direkt auf einer zugrunde liegenden Physik basiert. Hier versuchen wir zu verstehen, wie Wert erzeugt wird. Wir glauben, dass unsere Arbeit dazu beiträgt, die Kommunikation zwischen den verschiedenen Bereichen zu organisieren und ihr einen Rahmen zu bieten, sodass die Auswirkungen von frühen Entscheidungen deutlicher werden. Wir erwarten, dass der Planungsprozess sich ändert, so dass er mit den widerstreitenden Anforderungen von Unsicherheit und Geschwindigkeit besser zurechtkommt und der rasanten Entwicklung der verfügbaren Technologie entspricht.

Forschung und das Lean Construction Institut

Das Lean Construction Institut ist theoriegetrieben und sucht Theorien. Wir denken, dass nichts praktischer ist als eine gute Theorie, weil sie erklärt, was warum passiert. Zum Beispiel wird bei der gängigen Praxis ein Verzug oft darauf zurückgeführt, dass der Subunternehmer moralische Defizite hat.⁴

Unsere Theorie besagt, dass ein solcher Zeitverzug durch die Wechselwirkung von gegenseitigen Abhängigkeiten und Schwankungen entlang einer langen Lieferkette und über lange Zeitperioden hinweg verursacht werden kann. Wir können diese Theorie testen, indem wir mit Techniken experimentieren, welche Abhängigkeiten und Schwankungen reduzieren, und die Ergebnisse untersuchen. Eine neue Theorie, das heißt ein neues Ursache-Wirkungs-Modell, ist für die Anhänger der aktuellen Theorien nicht einsichtig. Wir nähern uns Problemen, die mit der Produktion im Bauprozess zusammenhängen, zuerst unter physikalischen und dann unter Systemaspekten, da wir der Meinung sind, dass man Organisations- und Vertragsprobleme erst dann lösen kann, wenn sichergestellt ist, dass die Produktionsphysik optimal gehandhabt wird. Diese Vorgehensweise steht im Kontrast zu Bemühungen, die bei Punkten wie Motivation oder Vertrag beginnen und niemals der Arbeit selbst zu Leibe rücken.

In jedem Fall wollen wir zuerst den aktuellen Wissensstand verstehen und dann unsere Theorie bilden. In diesem Zustand müssen wir verstehen, wie eine Aufgabe durchgeführt wird und die dieser Praxis zugrunde liegende Theorie. Wir können nur das verbessern, was wir verstehen. Daher ist die detaillierte Beschreibung der erste Schritt, das Rätsel zu lösen. Andere Teile können in der Literatur gefunden werden, in der gängigen Praxis, in der Theorie oder Praxis verwandter Gebiete oder durch die Anwendung von Logik, während man duscht. Sobald wir die Teile zusammenbauen, enthüllt sich eine neue Theorie, und wir können Experimente entwerfen und unser Denken verfeinern.

Der gesunde Menschenverstand lehrt uns, große Probleme in Teile zu zerlegen, die klein genug sind, um lösbar zu sein. Man hat uns gelehrt, dass der Teufel im Detail steckt, und oft ist es tatsächlich so. Traditionelle Forschung und Wissenschaft basieren ebenso wie zeitgenössische Formen des Projektmanagements auf dieser reduktionistischen Vorgehensweise. Der Forschungsplan des LCI ignoriert nicht diese Details oder das daraus resultierende allgemeine Verständnis. Aber das LCI ist auf einer Linie mit neuen Untersuchungsformen, welche zu verstehen versuchen, wie und warum das Ganze mehr ist als die Summe seiner Teile. Hier, unter komplexen unsicheren und schnellen Umständen,

⁴ Natürlich kann der Subunternehmer diese haben, aber das können wir nicht wissen, solange wir nicht innerhalb eines prinzipienbasierten Produktionssystems arbeiten. Im Gegenteil, wir sehen oft, dass Verhalten, das für unmoralisch gehalten wird, in Wirklichkeit eine logische Antwort auf das Versagen des zugrundeliegenden Produktionssystems ist. Das Nichtstellen von Arbeitskräften für ein Projekt kann als Beweis einer schlechten Erziehung gesehen werden.

erwarten wir, die Wurzeln der konventionellen Weisheit sichtbar zu machen, unseren Beitrag zu liefern und das allgemeine Verständnis neu zu definieren.

Schlussfolgerung

Lean Construction ist das Ergebnis der Anwendung einer neuen Form des Produktionsmanagements auf den Bauprozess. Wesentliche Punkte von Lean Construction beinhalten eine klare Menge von Zielsetzungen für den Abwicklungsprozess, welche darauf abzielen, die Leistung für den Kunden auf Projektebene zu maximieren, eine gleichzeitige Planung von Produkt und Prozess und die Produktionssteuerung durch den gesamten Lebenszyklus des Produktes von der Designphase bis zur Abwicklung. Bedeutende Forschung muss noch unternommen werden, um die Umsetzung zur Konstruktion des Lean-Denkens zu vollenden.

Literatur

- Ballard, G. (1997). "Improving Work Flow Reliability." *Proc. 7th Ann. Conf. Int'l. Group for Lean Construction*, Berkeley, CA, July 26-28, 1999
- Ballard, G. and Howell, G. (1997). "Shielding Production: An Essential Step in Production Control." ASCE, *J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, 124 (1) 11-17.
- Goldratt, E.M. and Cox, J. (1986). *The Goal*. Croton-on-Hudson, NY: North River Press.
- Hopp, W.J. and Spearman, M.L. (1996). *Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management*. Irwin/McGraw-Hill, Boston, Mass.
- Koskela, L. (1992). "Application of the New Production Philosophy to Construction". *Tech. Report No. 72*, CIFE, Stanford Univ., CA.
- Koskela, L. and Huovila, P. (1997). "On Foundations of Concurrent Engineering." *Proc. 1st Intl. Conf. on Concurrent Engrg. in Constr.*, The Instit. of Struct. Engrs., London, 22-32.
- Tommelein, I.D., Riley, D.R., and Howell, G.A. (1999). "Parade Game: Impact of Work Flow Variability on Trade Performance." ASCE, *J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, 125, Sept./Oct. issue, in press.
- Womack, J.P., Jones, D.T., and Roos, D. (1991). *The Machine That Changed The World: The Story Of Lean Production*. New York. 1st Harper Perennial Ed.