

Verwaltungs- und Wirtschaftsakademie
und Berufsakademie Göttingen

Thesis

zur Erlangung des Grades
des Betriebswirts (VWA)

zum Thema

**Kritische Auseinandersetzung wesentlicher
Bausteine der Lean Production bei
auftragsbezogener Fertigung**

Eingereicht bei:	Prof. Dr. Antje-Britta Mörstedt
von:	Matthias Sommer
Matrikel-Nr.:	07.W.013
Anschrift:	Industriestr. 8, 37079 Göttingen
Telefon:	0551/6341731
Email:	matze1712@googlemail.com
Abgabedatum:	26.04.2010

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	II
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IV
TABELLENVERZEICHNIS.....	IV
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	V
HINWEISE ZUR ZITIERTECHNIK UND ARBEITSWEISE	V
1 EINLEITUNG.....	1
2 KURZABRISS DER HISTORISCHEN ENTWICKLUNG.....	2
2.1 VON DER HANDWERKSFERTIGUNG ZUM FORDSYSTEM	2
2.2 DIE ENTSTEHUNG DES TOYOTA PRODUKTIONSSYSTEMS (TPS).....	6
3 GRUNDLAGEN DER LEAN PRODUCTION	8
3.1 SKIZZIERUNG DER MIT-STUDIE	8
3.2 CHARAKTERISIERUNG DER LEAN PRODUCTION	10
3.3 WESENTLICHE ZIELSETZUNGEN UND GESTALTUNGSREGELN VON LEAN PRODUCTION.....	13
4 MERKMALE DER AUFTRAGSBEZOGENEN FERTIGUNG BEI UNTERSCHIEDLICHEN FERTIGUNGSVERFAHREN	17
4.1 FERTIGUNGSVERFAHREN NACH RÄUMLICHER UND ZEITLICHER EINTEILUNG DER PRODUKTION.....	17
4.2 FERTIGUNGSVERFAHREN NACH DER MENGENLEISTUNG DER PRODUKTION	19
4.3 FORMEN DER AUFTRAGSABWICKLUNG.....	21
5 WESENTLICHE BAUSTEINE DER LEAN PRODUCTION	23
5.1 STANDARDISIERUNG.....	23
5.2 TEAMARBEIT	25
5.3 QUALITÄTSBEZOGENE BAUSTEINE.....	26
5.3.1 Kaizen	26
5.3.2 Total Quality Management.....	28
5.4 PRODUKTIONSBEZOGENE BAUSTEINE.....	30
5.4.1 Just-in-Time.....	30
5.4.1.1 Definition und Entstehung der Just-in-Time Philosophie	30
5.4.1.2 Funktionsprinzip der Just-in-Time Logistik und Produktion	30

5.4.1.3 Vor- und Nachteile der Just-in-Time Philosophie	32
5.4.2 Kanban	33
5.4.2.1 Definition und Voraussetzungen des Kanban	33
5.4.2.2 Funktionsprinzip des Kanban.....	35
5.4.2.3 Elemente und Regeln des Kanban	36
5.4.2.4 Vor- und Nachteile des Kanban	37
6 KRITISCHE ANALYSE DER LEAN PRODUCTION.....	38
7 SCHLUSSBETRACHTUNG	41
ANHANG.....	43
LITERATURVERZEICHNIS	45
EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG	51

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Chronologie der Entwicklung des Toyota-Produktionssystems	43
Abb. 2: Grundprinzipien des Toyota-Produktionssystems	44
Abb. 3: 4P-Modell nach Jeffrey K. Liker	12
Abb. 4: Prinzipien der Lean Production	44
Abb. 5: Verschwendungsquellen im Herstellungsprozess	13
Abb. 6: Ansatz der bedarfsgesteuerten Produktion	16
Abb. 7: Beispiel einer Kanban Karte	34
Abb. 8: Regelkreisprinzip von Material- und Informationsfluss nach dem Kanban Prinzip und der zentralen Produktionssteuerung	36

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Produktivitätssteigerung am Beispiel der Ford Motor Company	5
Tab. 2: Vergleich General Motors Framingham, Toyota Takaoka, NUMMI Fremont im Jahr 1987	10

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
A.d.V.	Anmerkung des Verfassers
bzw.	beziehungsweise
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
Diss.	Dissertation
e.V.	eingetragener Verein
f	und folgende Seite
ggf.	gegebenenfalls
Hrsg.	Herausgeber
IMPV	International Motor Vehicle Program
ISO	Internationale Organisation für Normung
JIT	Just-in-Time
MIT	Massachusetts Institute of Technology
P & L	Panhard et Levassor
S.	Seite
Tab.	Tabelle
TPS	Toyota Produktionssystem
TQM	Total Quality Management
u.a.	und andere
USA	United States of America
usw.	und so weiter
vgl.	vergleiche
VHB	Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft
z.B.	zum Beispiel

Hinweise zur Zitiertechnik und Arbeitsweise

In dieser Thesis wird die klassische Fußnotenzitation, auch Chicago-Style genannt, verwendet. Im Literaturverzeichnis sind die vollständigen Titel der Werke vermerkt. Zur besseren Lesbarkeit werden geschriebene Autorennamen, Werke und wichtige Begriffe im Text kursiv hervorgehoben sowie Aufzählungen im Fließtext durch Fettschrift verdeutlicht. Die Schriftgröße und Schriftart entsprechen der des Textes der Thesis. Aus Gründen der Lesefreundlichkeit wird stringent die maskuline Bezeichnung für Personengruppen oder Begriffe verwendet. Diese beinhaltet jedoch immer auch die feminine Bezeichnung.

1 Einleitung

Die Produktionsbedingungen in der Automobilindustrie haben sich in den vergangenen Jahrzehnten grundlegend gewandelt. Wurde der Markt zunächst von nordamerikanischen Massenproduzenten dominiert, sind mittlerweile immer mehr japanische Automobilhersteller, allen voran Toyota präsent. Durch den immer stärker umkämpften Automobilmarkt werden Gewinne immer kleiner, daher sind Produktivität, Flexibilität und Qualität zu zentralen Erfolgsfaktoren geworden. Eine kostengünstige und qualitativ hochwertige Produktion sind unerlässlich geworden. Das Konzept der Lean Production scheint in der Organisation und der Produktion diese Vorteile gegenüber der Massenproduktion zu liefern.¹

Ziel dieser Arbeit ist es, einzelne Bausteine der Lean Production darzustellen, die Vor- und Nachteile für den anhaltenden Erfolg des Toyota Produktionssystems zu identifizieren und auf die Durchführbarkeit bei auftragsbezogener Fertigung zu prüfen.

Zunächst wird die Entwicklung der Produktionssysteme von der Handwerksfertigung bis hin zur Lean Production betrachtet. Dieses wird durch eine Darstellung des geschichtlichen Kurzabrisses in Kapitel 2 geschehen. In Kapitel 3 werden die Grundlagen, sowie in Kapitel 5 die wesentlichen Bausteine der Lean Production erläutert. Um eine Gesamtbetrachtung auch auf die auftragsbezogene Fertigung zu ermöglichen, werden in Kapitel 4 einzelne Fertigungsverfahren unter Berücksichtigung des Auftragsbezugs dargestellt. Die Beantwortung der hieraus entstehenden Fragestellung, dem Titel der vorliegenden Arbeit entsprechend, wird nach der Darstellung der einzelnen Bausteine der Lean Production eine kritische Analyse sowie eine Prüfung von Adaptionismöglichkeiten auf westliche Industrieunternehmen in Kapitel 6 folgen. Mit einem aktuellen Ausblick und einer Zusammenfassung in Kapitel 7 wird die Arbeit abgeschlossen.

¹ Vgl. Brunner, F.J., (Erfolgskonzepte 2008), S. 141; Ohno, T., (Toyota-Produktionssystem 2009), S. 32f; Oeltjenbruns, H., (Organisation, 2000), S. 1.

2 Kurzaufsatz der historischen Entwicklung

2.1 Von der Handwerksfertigung zum Fordsystem

Der Erwerb eines Automobils um die Jahrhundertwende unterscheidet sich grundlegend von den heutigen Möglichkeiten. Wer Ende des 19. Jahrhunderts ein Automobil kaufen wollte, ging noch nicht zu einem Automobilhändler, sondern besuchte z.B. die damals bekannte Pariser Werkzeugmaschinenfirma Panhard et Levassor² (im Folgenden P & L genannt) und bestellte dort sein Automobil. Die Firma P & L, die zunächst ein Hersteller von Metallsägen war, erwarb im Jahr 1887 eine Lizenz zum Bau von Gottlieb Daimlers Benzinmotor. Sie baute Anfang der 1890er Jahre mehrere hundert Automobile pro Jahr, was im Vergleich zum gegenwärtigen Produktionsvolumen minimal erscheint. Jedoch konnten sich damals nur wohlhabende Menschen ein Automobil leisten, weil diese noch nach dem klassischen Prinzip der Handwerksfertigung hergestellt wurden und die Produktion deshalb sehr kostenintensiv war.³

Das wesentlichste Merkmal dieser Produktionsmethode war die Fertigung von Hand durch hochqualifizierte Arbeiter, die unter Einsatz von Allzweck-Werkzeugmaschinen in einer extrem dezentralisierten Organisation ein sehr geringes Produktionsvolumen errichteten.⁴ Aufgrund einer sehr langen und intensiven Lehrzeit verstanden die Arbeiter die technischen Prinzipien der Konstruktion, und wussten um die Eigenschaften des Materials, mit dem sie arbeiteten. Viele dieser Arbeiter waren unabhängige Auftragnehmer oder hofften, eine eigene Werkstatt zu betreiben, mit denen dann z.B. das Unternehmen P & L Abnehmerverträge über spezielle Bauteile abschloss. Ein produzierendes Unternehmen wie P & L war also hauptsächlich dafür verantwortlich, sich mit dem Kunden über Einzelheiten des Fahrzeuges zu verständigen, die notwendigen Bauteile bei den vielen kleinen dezentralen Werkstätten, die in ganz Paris ausgesiedelt waren, zu bestellen und das Automobil am Ende zusammenzubauen. Da die Auftragnehmer der einzelnen Werkstätten zu dieser Zeit die Bauteile noch nicht exakt nach den Originalvorgaben

² A.d.V.: Die Firma Panhard et Levassor wurde 1886 in Paris gegründet und gilt als eine der ältesten Automobilhersteller der Welt. Die Automobilproduktion endete 1967 mit dem Modell Panhard24. Danach stellte das Unternehmen nur noch Militärfahrzeuge her. [Vgl. Seiffert, R., (Ära 2009), S. 115-123.]

³ Vgl. Womack, J.P. / Jones, D.T. / Roos, D., (Revolution, 1994), S. 25.

⁴ Vgl. Pfeiffer, W. / Weiss, E., (Lean-Management, 1994), S. 29.

herstellen konnten und die Arbeiter von P & L die einzelnen Bauteile einander anpassen mussten, konnte das Endprodukt in seinen Abmessungen erheblich von einem anderen Automobil des selben Typs abweichen. Jedes Automobil konnte so als Unikat angesehen werden.⁵

Bei dem bereits erwähnten geringen Produktionsvolumen sowie den Ungenauigkeiten in der Fertigung war eine Massenproduktion nicht umsetzbar. Der Kunde wünschte keine Massenproduktion, da er größeren Wert auf eine individuelle Fertigung legte. Die Unternehmen konnten somit besser auf die individuellen Wünsche des Kunden reagieren. Auf der Seite der Arbeiter zählte primär das handwerkliche Können. Die Nachteile der Handwerksproduktion sind aus heutiger Sicht offensichtlich. Die Produktionskosten eines Automobils waren sehr hoch und konnten auch nicht durch steigende Produktionszahlen signifikant gesenkt werden. Zuverlässigkeit und Passung blieben unerreichbar, da jedes Automobil ein Unikat war. Ebenso kennzeichnend für die damalige Zeit war, dass die kleinen, unabhängigen Werkstätten nicht die Mittel besaßen, neue Technologien zu entwickeln und grundlegende Innovationen hervorzubringen. Grenzen der Handwerksindustrie ergaben sich durch eben diese Beschränkungen.⁶

Da die USA in der historischen Entwicklung der Lean Production eine wichtige Rolle spielten, ist im Folgenden eine Betrachtung der spezifischen Entwicklungen in den Vereinigten Staaten notwendig. Seit 1895 veröffentlichte der Arbeitswissenschaftler *Frederick Winslow Taylor*⁷ eine Reihe von Schriften, in denen er versuchte, Methoden der experimentellen Wissenschaft auf die Produktionsbetriebe zu übertragen. Die Bewegungs- und Zeitstudien menschlicher Arbeitsabläufe von Frederick Winslow Taylor sind die Grundlagen der heutigen Arbeitswirtschaft. Aus seinem wichtigsten Buch *The Principles of Scientific Management* wurde später der Begriff der wissenschaftlichen Betriebsführung als Synonym für den Taylorismus abgeleitet. Durch die Zerlegung aller betrieblichen Tätigkeiten und ihrer präzisen Analyse konnten diese zeitlich exakt geplant und nicht effiziente Arbeitsvorgänge erkannt und vermieden werden. Die Schaffung dieser Transparenz des Produktionsprozesses war

⁵ Vgl. Womack, J.P. / Jones, D.T. / Roos, D., (Revolution, 1994), S. 25f.

⁶ Vgl. Pfeiffer, W. / Weiss, E., (Lean-Management, 1994), S. 29; Womack, J.P. / Jones, D.T. / Roos, D., (Revolution, 1994), S. 26-28.

⁷ A.d.V.: Frederick Winslow Taylor wurde am 20. März 1856 in den USA geboren. Er war Ingenieur und Arbeitswissenschaftler. Er verstarb am 21. März 1915 in Philadelphia. [Vgl. Sanders, K. / Kianty, A., (Organisationstheorien 2006), S.43f.]

das Hauptziel des Taylorismus. Weitere Merkmale des Taylorismus waren die systematische Personalauswahl, der Leistungs- oder Akkordlohn, die Arbeitsplatzgestaltung zur Optimierung der Mitarbeiterleistungsfähigkeit, kürzere Anlernzeiten durch reduzierte Arbeitsanforderungen wie auch die Trennung von Hand- und Kopfarbeit. Seine sichtbarste Auswirkung fand der Taylorismus im Fließband. Unter Verwendung eines Fließbandes konnte der Produktionsprozess als räumlich-zeitliches Kontinuum durchgeführt werden. Die Grundzüge des Taylorismus fanden sehr schnell Einzug in den Fertigungsbetrieben der USA, da sich die Produktivität in den Unternehmen, in denen Taylor die Betriebsführung organisierte, innerhalb von drei Jahren verdoppeln ließ. Um 1940 waren es mehr als 90% der US-Industriefirmen, die ein System von Frederick Winslow Taylor übernommen hatten.⁸

Zu dieser Zeit fand Henry Ford⁹, nach Womack, Jones und Ross eine Lösung, die Schwächen der handwerklichen Fertigung zu überwinden, durch neue Techniken die Kosten der Produktion zu senken und die Qualität erheblich zu verbessern. Sein innovatives System wurde als Massenproduktion bezeichnet.¹⁰

Das übergeordnete Ziel Henry Fords bestand nach Steinkühler darin, ein Automobil zu bauen, welches für jeden Bürger erschwinglich war. Als Folge dieser Überlegungen stellte er 1908 das Modell T vor, welches für den Massenabsatz konstruiert wurde. Das Innovative an diesem Automobil war, dass sämtliche Bauteile vollständig passgenau und standardisiert hergestellt wurden und es somit aus austauschbaren Teilen bestand. Diese Austauschbarkeit stellte den Grundstein für die Massenproduktion dar.¹¹

Darüber hinaus reduzierte Henry Ford, nach Womack, Jones und Ross, durch innovative Konstruktionen, die Anzahl der benötigten Bauteile und erleichterte somit deren Montage. Die leichte Montage, die Vereinfachung und die Austauschbarkeit verschafften enorme Vorteile gegenüber anderen Unternehmen. Als Henry Ford um 1908 schließlich die perfekte Austauschbarkeit aller Teile erreicht hatte, beschloss er, dass jeder Monteur nur einen Arbeitsschritt ausführen und dabei von Fahrzeug

⁸ Vgl. Oeltjenbruns, H., (Organisation, 2000), S. 10.

⁹ A.d.V.: Henry Ford, Ingenieur und Industrieller wurde am 30. Juli 1863 in den USA geboren. Er gründete 1903 die Ford Motor Company und wurde zum Wegbereiter neuer wirtschaftlicher und technischer Arbeitsmethoden. Er verstarb am 7. April 1947 in Michigan. [Lacey, R., (Ford 1987), S. 15 und 64.]

¹⁰ Vgl. Womack, J.P. / Jones, D.T. / Roos, D., (Revolution, 1994), S. 30.

¹¹ Vgl. Steinkühler, M., (Arbeitsteilung, 1995), S. 18.

zu Fahrzeug gehen sollte. Allerdings erkannte er auch bald, dass die Bewegung des Arbeiters Zeit erforderte und es zu gegenseitigen Behinderungen kam. Henry Fords Lösungsansatz im Frühling 1913 war die Einführung des sich bewegenden Fließbandes, welches das Automobil an dem Arbeiter vorbeiführte, der an einem festen Standplatz verblieb.¹²

Die folgende Tabelle verdeutlicht die Produktivitätssteigerung an dem Beispiel der Entwicklung der Produktionsbedingungen der Ford Motor Company von 1908 bis 1913.

Jahr	Produktionsbedingungen bei der Ford Motor Company	Vorgangsdauer
1908	Arbeiter holen sich Teile aus der Werkstatt, bearbeiten sie individuell und montieren sie am Fahrzeug; lange Ausbildungszeiten erforderlich	514 min
1909	Standardisierte Massenfertigung und perfekte Austauschbarkeit von Teilen, jeder Arbeiter führte nur einen Arbeitsschritt aus, ging von PKW zu PKW	2,3 min
1913	Einführung des Fließbandes, das Fahrzeug wurde am Arbeiter vorbeigeführt, kurze Anlernzeiten in Minuten	1,19 min

Tab. 1: Produktivitätssteigerung am Beispiel der Ford Motor Company¹³

Durch diese revolutionäre Organisation der Arbeitsprozesse durch Ford, konnten nicht nur Produktionszeiten sondern auch Kosten erheblich reduziert werden. Sie verhielten sich umgekehrt proportional zur produzierten Stückzahl. Anfang der 1920er Jahre erreichte Ford mit zwei Millionen identischer Fahrzeuge sein höchstes Produktionsvolumen und reduzierte somit den Endverkaufspreis um zwei Drittel. Henry Fords Massenproduktion war die Triebfeder für die Automobilindustrie über mehr als ein halbes Jahrhundert und wurde in fast jedem Industriezweig in Amerika und Europa in modifizierter Form übernommen.¹⁴

Die Massenproduktion senkte den Preis vieler Produkte, jedoch nur im Rahmen der dem Hersteller vorgegebenen, fertigungstechnischen Spielräume. Sonderwünsche

¹² Vgl. Depkat, V., (Geschichte Nordamerikas 2008), S. 108; Womack, J.P. / Jones, D.T. / Roos, D., (Revolution, 1994), S. 31f.

¹³ Vgl. Oeltjenbruns, H., (Organisation, 2000), S. 10.

¹⁴ Vgl. Womack, J.P. / Jones, D.T. / Roos, D., (Revolution, 1994), S. 33f.

des Kunden führen noch zu erheblichen Kostensteigerungen oder sind fertigungs-technisch nicht ökonomisch vorteilhafter zu realisieren.¹⁵

Der Markt für Massenprodukte ist somit ein Verkäufermarkt. Dem Kunden wird durch entsprechende Marketing-Maßnahmen suggeriert, dass er eine sinnvolle Kaufentscheidung trifft.¹⁶

2.2 Die Entstehung des Toyota Produktionssystems (TPS)

Im Frühjahr 1950 besuchte der japanische Ingenieur *Eiji Toyoda*¹⁷, ein Mitglied der Gründerfamilie der Toyota Motor Company, den Ford Rouge-Komplex¹⁸ in Detroit. Toyoda reiste mit der Intention nach Amerika, Henry Fords Prinzipien der Massenproduktion zu studieren und anschließend bei der Toyota Motor Company einzuführen. Toyota hatte in den dreizehn Jahren Ihrer Firmengeschichte mit handwerklicher Produktionsweise 2.685 Fahrzeuge produziert, während Fords Rouge-Komplex an einem Tag 7.000 Fahrzeuge auslieferte. Eiji Toyoda musste jedoch feststellen, dass die Prinzipien der Massenproduktion in Japan nicht hätten funktionieren können, da der japanischen Wirtschaft, aufgrund der Auswirkungen des zweiten Weltkrieges, das Geld fehlte, um westliche Fertigungstechnologien einkaufen zu können. Der kleine japanische Binnenmarkt verlangte, anders als der amerikanische Massenmarkt, eine breite Fahrzeugpalette in kleineren Stückzahlen. Zudem hatte Toyota nach zahlreichen Streiks das Prinzip der lebenslangen Beschäftigung, verbunden mit einer Entlohnung nach Dauer der Betriebszugehörigkeit, eingeführt. Dieses führte dazu, dass die Lohnreizsysteme westlicher Massenhersteller nicht unmodifiziert übernommen werden konnten. In Japan gab es keine Gastarbeiter als flexible Arbeitskraftressourcen und etablierte Massenhersteller hatten bereits weltweit Fuß gefasst, so dass eine reine Kopie ihrer Produktionsmethoden langfristig keine Kon-

¹⁵ Vgl. Womack, J.P. / Jones, D.T. / Roos, D., (Revolution, 1994), S. 184.

¹⁶ Vgl. Steinkühler, M., (Arbeitsteilung, 1995), S. 19.

¹⁷ A.d.V.: Eiji Toyoda war von 1967 bis 1982 Präsident der Toyota Motor Company. Er wurde am 12. September 1913 in Japan geboren und war Vetter von Kiichiro Toyoda, dem Gründer der Toyota Motor Company. 1994 trat Eiji Toyoda im Alter von 81 Jahren von seinem Amt als Vorsitzender des Direktoriums zurück. [Vgl. Ohno, T., (Toyota-Produktionssystem 2009), S.170.]

¹⁸ A.d.V.: Der Ford Rouge-Komplex ist ein Ford-Automobilwerk in Michigan entlang dem Rouge Fluss. Der Aufbau des Werkes begann 1917 und konnte 1928 fertig gestellt werden. [Kummer, S. / Grün, O. / Jammernegg, W., (Grundzüge 2009), S. 126.]

kurrenzfähigkeit versprach. Toyota sah sich gezwungen eine Produktionsform zu entwickeln, die ermöglichte, unter Zuhilfenahme einfacher technischer Einrichtungen und abgestimmt auf japanische Beschäftigungsverhältnisse, konkurrenzfähige Fahrzeuge zu produzieren. In Zusammenarbeit mit dem Produktionsexperten *Taiichi Ohno*¹⁹ entwickelte Eiji Toyoda unter diesen Prämissen das Toyota Produktionssystem.²⁰

In seinem Bestreben, die Produktion bei Toyota zu verbessern, besichtigte Taiichi Ohno eine Vielzahl von Automobilwerken. Dabei hinterließen aber unbeabsichtigt die Supermärkte in den USA einen nachhaltigen Eindruck bei ihm. Die einfache Methode Kundenbedürfnisse zu erfüllen war der Grund hierfür. In den amerikanischen Supermärkten wurde Taiichi Ohno zum ersten Mal mit dem FIFO-Prinzip (first in – first out) konfrontiert, bei dem den Kunden die Waren so präsentiert wurden, dass sie diese ohne warten zu müssen den Regalen entnehmen und an der Kasse bezahlen konnten. Das Nachfüllen der verkauften Waren richtete sich strikt nach dem tatsächlichen Verbrauch. Verkaufte Waren wurden von hinten neu in die Regale einsortiert. Auf diese Weise wurde eine Überalterung der Waren durch zu niedrige Verkaufsnachfrage, hohe Bestellmengen oder Vermischung von altem und neuem Warenbestand ausgeschlossen. Dieses bis zum heutigen Tag praktizierte Supermarktprinzip übertrug Taiichi Ohno auf die Materialbereitstellung in der Produktion Toyotas. Ziel war es, zwei Arbeitsprozesse so miteinander zu verknüpfen, dass der vorgelagerte Prozess zu einer Art Lieferant des nachgelagerten Prozesses wird. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass der nachgelagerte Prozess zu einer Art Kunde des vorgelagerten Prozesses wird. Dieses Konzept der bedarfsorientierten Materialversorgung wurde unter der Bezeichnung Kanban- oder Pull System zu einem Element des Toyota Produktionssystems.²¹

¹⁹ A.d.V.: Taiichi Ohno wurde am 29. Februar 1912 in China geboren. Er entwickelte die logistischen Basismethoden Kanban und Just-in-Time. Das japanische Kaizen-Konzept basiert ebenfalls auf seinen Ideen. Am 28. Mai 1990 verstarb Taiichi Ohno. [Vgl. Ohno, T., (Toyota-Produktionssystem 2009), S. 2.]

²⁰ Vgl. Becker, H., (Toyota, 2006), S. 265-268; Liker, J.K., (Managementprinzipien, 2007), S. 48-50; Womack, J.P. / Jones, D.T. / Roos, D., (Revolution, 1994), S. 53-56.

²¹ Vgl. Ohno, T., (Toyota-Produktionssystem 2009), S. 58-60; Klug, F., (Logistikmanagement 2010), S. 197; Liker, J.K., (Managementprinzipien, 2007), S. 51-53.

Durch das Ziel, die überdimensionierten Anlagen der Toyota Motor Corporation besser auszulasten, entstand unter Berücksichtigung des geringen Produktionsvolumens der japanischen Industrie die Grundlage für das Just-in-Time-Prinzip. Dieses Prinzip stellt ein weiteres Element des Toyota Produktionssystems dar. Taiichi Ohno löste den Zielkonflikt zwischen der Fließbandfertigung und den geringen Stückzahlen, indem er nur die Menge produzieren ließ, die zu einem bestimmten Zeitpunkt im nachgelagerten Prozess benötigt wurde. Gegenüber den von Frederick Winslow Taylor verfolgten Ansätzen besteht der wesentlichste Unterschied zu den Zielen Taiichi Ohnos darin, dass nicht der Output zählt, sondern die exakte Kopplung an die Abnehmerwünsche, das so genannte Pull- oder Zug-Prinzip.²²

Abbildung 1 im Anhang verdeutlicht noch einmal den zeitlichen Ablauf des Toyota Produktionssystems. Die Grundprinzipien stellt Abbildung 2 im Anhang dar.

3 Grundlagen der Lean Production

3.1 Skizzierung der MIT-Studie

Um die Erfolge der japanischen Produktionsunternehmen entstanden einige Mythen. Diese wurden in den westlichen Industrienationen jedoch häufig nicht zur Kenntnis genommen. Erst eine explorative Studie über die Dauer von fünf Jahren im Zeitraum von 1984 bis 1989 des *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*²³ in Bosten half, diese zu entmythisieren.²⁴

Die Hauptverantwortlichen dieses Forschungsprojektes, dem *International Motor Vehicle Program* (im folgenden IMVP genannt) waren James P. Womack, Daniel T. Jones und Daniel Ross. Nach dem Besuch einer internationalen Konferenz über die Zukunft der Automobilindustrie, analysierten sie die stark wachsenden Marktanteile der japanischen Unternehmen. Sie kamen zu der gemeinsamen Schlussfolgerung, dass die Techniken der in Amerika üblichen Massenproduktion nicht mehr mit dem, von japanischen Unternehmen hervorgebrachten, neuem Denkschema konkurrieren konnten. Als Konsequenz ihrer Erkenntnisse entschlossen sie sich eine detaillierte

²² Vgl. Neuhaus, R., (Produktionssysteme 2007), S. 19f.

²³ A.d.V.: Das Massachusetts Institute of Technology ist eine private Universität in Cambridge, USA. Sie wurde 1861 gegründet und gilt als weltweit führende Universität im Bereich von technologischer Forschung und Lehre. [Stratton, J.A. / Mannix, L.H., (Mind and Hand 2005), S. 193.]

²⁴ Vgl. Schultheiß, W., (Strukturwandel, 1995), S. 14.

Studie über die neuen japanischen Techniken zu erarbeiten und wollten ihre Ergebnisse mit den älteren westlichen Massenproduktionstechniken vergleichen. Diese Studie sollte in Zusammenarbeit mit allen Automobilherstellern der Welt durchgeführt werden und konnte unter anderem durch die Einbeziehung der Regierungen finanziert werden.²⁵

In der fünfjährigen Forschungszeit entstanden insgesamt 116 Berichte, welche 1990 in dem Buch *The Machine That Changed The World* zusammengefasst wurden. In ihrem Ergebnis bescheinigt die MIT-Studie den japanischen Automobilherstellern enorme Produktivitäts- und Wettbewerbsvorteile, da sie einen völlig neuen Weg der Herstellung von Gütern gegangen waren. Durch die konsequente Anwendung des Toyota Produktionssystems benötigten sie im Vergleich zur Massenfertigung weniger Ressourcen – die Hälfte der Mitarbeiter im Unternehmen, die Hälfte der Produktionsflächen, die Hälfte an Investitionen in Werkzeuge, die Hälfte an Zeit in die Entwicklung eines Produktes. Diese Organisation der Produktion erforderte zudem weniger als die Hälfte des benötigten Lagerbestandes, führte zu besserer Qualität und zu größerer Vielfalt der Produkte.²⁶

Die Erkenntnis, dass im schlanken Unternehmen von allem weniger eingesetzt wird, ist durch den Begriff *Lean Production* geprägt, der auf den Forscher des IMVP, John Krafcik zurückgeht. Der Hauptunterschied zwischen der Massenproduktion und der Lean Production liegt in der Zielsetzung der Systeme. Die Massenproduktion hat die Massenfertigung zum Ziel und legt weniger Wert auf die Qualität der Ware und eine große Vielfalt der Produkte. Dies meint, dass eine akzeptable Anzahl von Fehlern produziert, ein maximal akzeptabler Lagerbestand bevorratet oder eine kleine standardisierte Produktvielfalt gefertigt wird. Bei der Frage nach Verbesserungsmöglichkeiten wird als gängigste Argumentationen angeführt, dass die vorhandenen menschlichen Fähigkeiten überfordert werden oder die Kosten zu hoch sind. Im Gegensatz zur Massenproduktion richten schlanke Unternehmen ihre Aufmerksamkeit explizit auf Perfektion. Beispiele hierfür sind kontinuierlich sinkende Preise, geringe Lagerbestände, Null-Fehler und beliebige Produktvielfalt.²⁷

²⁵ Vgl. Bloech, J., (Produktion 2008), S. 349; Womack, J.P. / Jones, D.T. / Roos, D., (Revolution, 1994), S. 9f.

²⁶ Vgl. Mikl-Horke, G., (Arbeitssoziologie 2007), S. 185; Cattero, B., (Verschwendung 1995), S. 49; Schultheiß, W., (Strukturwandel, 1995), S. 15.

²⁷ Vgl. Womack, J.P. / Jones, D.T. / Roos, D., (Revolution, 1994), S. 19f; Mikl-Horke, G., (Arbeitssoziologie 2007), S. 183.

Die MIT-Studie stellte auch heraus, dass das System der Lean Production über Japan hinaus in andere Länder übertragbar ist. Deutlich wurde dies bei der erfolgreichen Umstellung der Produktion in dem General-Motors-Werk NUMMI bei Fremont USA. In diesem Werk wurde die Produktion nach Anleitung von Toyota organisiert und erreichte eine ähnliche Produktivität wie die schlanken japanischen Produzenten. Diese erfolgreiche Implementierung der Lean Production außerhalb Japans wird in der folgenden Tabelle deutlich.²⁸

	General Motors in Framingham	Toyota in Takaoka	NUMMI Werk in Fremont
Montagestunden pro Automobil	31	16	19
Montagefehler pro 100 Automobilen	135	45	45
Montagefläche pro Automobil	0,75	0,45	0,65
Teilelagerbestand im Durchschnitt	2 Wochen	2 Stunden	2 Tage

Tab. 2: Vergleich General Motors Framingham, Toyota Takaoka, NUMMI Fremont im Jahr 1987²⁹

3.2 Charakterisierung der Lean Production

Der Begriff *Lean Production* entstand, wie im Kapitel 3.1 bereits erwähnt, in Zusammenhang mit der MIT-Studie durch die Veröffentlichung des Buches *The Machine That Changed The World*. Er wird im deutschsprachigen Raum mit schlanker oder straffer Produktion übersetzt.³⁰

Unter schlanker oder straffer Produktion wird eine Produktion verstanden, die für eine gegebene Aufgabe möglichst wenig Ressourcen benötigt und zum Ziel hat, diese Ressourcen sparsam und zeiteffizient einzusetzen.³¹

²⁸ Vgl. Jeziorek, O., (Vergleich, 1994), S. 6f.

²⁹ Vgl. Womack, J.P. / Jones, D.T. / Roos, D., (Revolution, 1994), S. 88.

³⁰ Vgl. Jürgens, U., (Production, 1994), S. 371; Brunner, F.J., (Erfolgskonzepte 2008), S. 60.

³¹ Vgl. Werner, C., (Unternehmenskultur 1998), S. 157.

Durch die im Deutschen oft fälschliche Auslegung des Begriffs *production* als reine Fertigung, wird das Konzept der Lean Production häufig ausschließlich auf den Herstellungsprozess reduziert. Insgesamt gibt es eine umfangreiche Literatur über die japanischen Unternehmenskulturen, in der auch andere Begriffe wie z.B. Lean Management, Lean Manufacturing oder das ganzheitliche Unternehmen verwendet werden. Die beiden Begriffe Lean Production und Lean Management werden meist gleichbedeutend benutzt, d.h. ein Autor verwendet durchgehend einen der Begriffe, bezieht sich aber auf Literatur, in der sowohl von Lean Production als auch von Lean Management geschrieben wird. Diese synonyme Verwendung der beiden Begriffe erklärt sich dadurch, dass die MIT-Studie als Grundstein jeglicher Literatur über Lean Production, insbesondere die internationale Automobilindustrie, betrachtet und somit deren Produktionsprozesse in den Mittelpunkt stellt, trotzdem aber Allgemeingültigkeit beansprucht.³²

Lean Production ist ein Konzept, dem kein theoretisches Modell zugrunde liegt. Es ist vielmehr das Ergebnis einer Vorgehensweise, das aus alltäglichen Problemen des Automobilherstellers Toyota heraus entstanden ist. Letztendlich steht Lean Production für einen Denkansatz, dessen Maßnahmen und Methoden in ihrer Gesamtheit einen schlanken Zustand in der gesamten Wertschöpfungskette bewirken sollen.³³

Lean Production beschreibt hierbei nicht nur die Prinzipien, die der Produktion im Toyota Produktionssystem zugrunde liegen, sondern auch die Produktentwicklung, die Lieferantenkoordination und das Kundenmanagement. Diese Prinzipien lassen sich in fünf Grundsätzen formulieren:

- den Wert aus Sicht des Endkunden beschreiben,
- den Wertestrom für jede Produktfamilie identifizieren,
- die wertschöpfenden Schritte zu einem sequentiellen Ablauf verknüpfen,
- dem Kunden ermöglichen, nach Bedarf zu bestellen,
- die Perfektion anstreben – jede Handlung, jeder Aktivposten schafft Wert.³⁴

³² Vgl. Fitsch, H., (Veränderung, 2007), S. 76f; Mikl-Horke, G., (Arbeitssoziologie 2007), S. 184f.

³³ Vgl. Oeltjenbruns, H., (Organisation, 2000), S. 13; Schultheiß, W., (Strukturwandel, 1995), S. 17f.

³⁴ Vgl. Jones, D.T., (Produktion 2005), S. 158; Liker, J.K., (Managementprinzipien, 2007), S. 31; Vollmer, L., (Verbesserung 2009), S. 139.

Jeffrey K. Liker behandelt in seinem Buch *Der Toyota Weg* weiterführend vierzehn Prinzipien. Diese Prinzipien basieren auf zwanzig Jahren persönlicher Erfahrungen und Eindrücke, die das Toyota Produktionssystem ausmachen und das Fundament der Toyota Montagewerke, wie auch der Lean Production, darstellen. In vier Kategorien unterteilt sind diese Prinzipien in seinem „4P“-Modell in Abbildung 3 zusammengefasst.³⁵

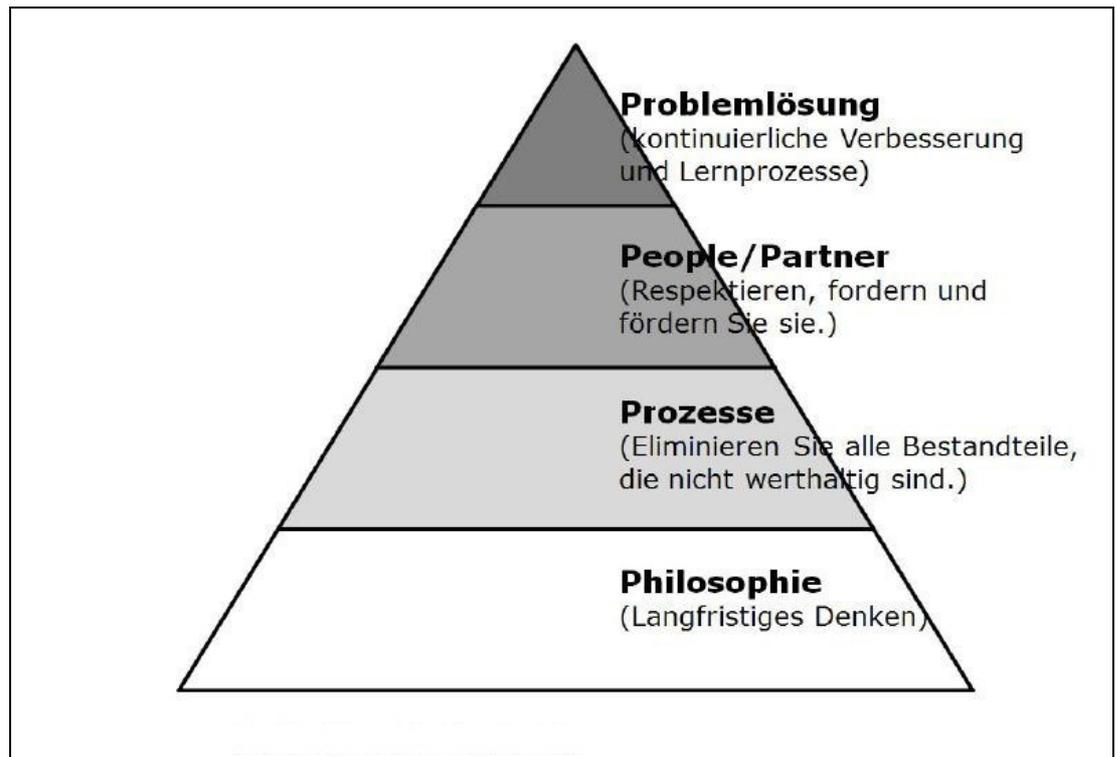


Abb. 3: 4P-Modell nach Jeffrey K. Liker (eigene Darstellung)

Aus dem 4P-Modell können drei wesentliche Zielsetzungen und Gestaltungsregeln für die Lean Production abgeleitet werden:

- Vermeidung von Verschwendung,
- Fließproduktion,
- Ziehprinzip.

Die Vorteile, welche sich hieraus ergeben, sind mängelfreie Produkte, pünktliche Lieferung, deutliche Senkung der Lagerbestände, Entlastung der Mitarbeiter sowie Reduzierung der Maschinenzeiten und des Raumbedarfs.³⁶

³⁵ Vgl. Liker, J.K., (Managementprinzipien, 2007), S. 29.

³⁶ Vgl. Becker, T., (Prozesse 2008), S. 39; Drew, J. / McCallum, B. / Roggenhofer, S. (Unternehmen 2005), S 14; Jones, D.T., (Produktion 2005), S. 156.

In Abbildung 4 im Anhang sind die Prinzipien der Lean Production nochmals graphisch dargestellt.

3.3 Wesentliche Zielsetzungen und Gestaltungsregeln von Lean Production

Die wichtigste Zielsetzung der Lean Production ist die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit durch konsequente und gründliche Beseitigung jeglicher Verschwendung in allen Produktionsbereichen; sowohl bei der Produktentwicklung als auch in der Zulieferkette.³⁷

Die folgende Abbildung zeigt die Verschwendungsquellen im Produktionsprozess (rot markiert) und den geringen Anteil an wertschöpfenden Arbeiten (blau markiert).

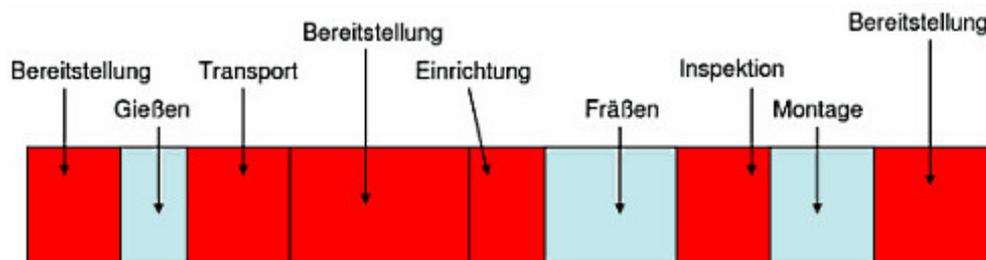


Abb. 5: Verschwendungsquellen im Herstellungsprozess³⁸

In der Lean Production wird zwischen drei Grundtypen der Verschwendung unterschieden: Muri (Überlastung), Mura (Unausgeglichenheit) und Muda (Verschwendung).³⁹

Unter Muda werden die von Ohno definierten sieben Arten der Verschwendung verstanden, die nahezu überall im Unternehmen auftreten können. Diese sind:

- Überproduktion,
- Lagerbestände,
- Mängel,
- Wartezeiten,
- überflüssiger Transport,
- überflüssige Bewegungen,
- überflüssige Verarbeitung.

³⁷ Vgl. Brunner, F.J., (Erfolgskonzepte 2008), S. 61.

³⁸ Vgl. Liker, J.K., (Managementprinzipien, 2007), S. 61.

³⁹ Vgl. Vollmer, L., (Verbesserung 2009), S. 140; Brunner, F.J., (Erfolgskonzepte 2008), S. 65.

Eine vollständige Beseitigung dieser Verschwendungen kann die betriebliche Rentabilität erheblich steigern. Hierfür ist es notwendig, nur die benötigten Stückzahlen herzustellen. Da es bei der Beseitigung dieser Verschwendungen in jedem Fall zu einem Arbeitskraftüberschuss kommt, hegen Gewerkschaften oft den Verdacht, dass es sich bei Lean Production um ein Instrument handelt, welches zur Entlassung von Arbeitnehmern führt. Dieses entspricht allerdings nicht dem Grundgedanken der Beseitigung von Verschwendungen. Das Management hat vielmehr die Aufgabe, überschüssige Arbeitskräfte zu identifizieren, um sie effektiver einzusetzen, denn durch diese Beseitigung wird der eigentliche Wert der Arbeit erhöht.⁴⁰

An erster Stelle steht die Verschwendung durch Überproduktion, die vorwiegend mit der Verschwendung durch hohe Lagerbestände einhergeht. Diese beiden nehmen die Spitzenposition unter den sieben Arten der Verschwendung ein, da sie zum einen die Ursache für alle weiteren Verschwendungen sind und zum anderen diese verschleiern können.⁴¹

Überproduktion bedeutet, dass zu früh, zu schnell oder in zu großen Mengen produziert wird. Die Ursachen hierfür können z.B. lange Umrüstzeiten, schlechte Planung oder ungleichmäßiger Materialfluss sein. Durch Überproduktion oder durch z.B. zu hohe Sicherheitsbestände wegen häufiger Prozess- oder Qualitätsprobleme entstehen unerwünschte Lagerbestände, die als zweite Art der Verschwendung genannt werden. Mit einer kontinuierlichen Fließproduktion, wie dem Just-in-Time Prinzip, kann dieser Verschwendung entgegengewirkt werden. Es ist ein Werkzeug, um der Überproduktion vorzubeugen und Lagerbestände herunter zu fahren.⁴²

Unter Muri wird die Vermeidung der Überlastung von Menschen und Maschinen verstanden, wodurch Ausfälle und technische Defekte entstehen können. Muri beschreibt demnach Verluste, die sich durch Überbeanspruchung im Rahmen der Arbeitsprozesse ergeben. Beim Mitarbeiter handelt es sich hierbei um körperliche und geistige Überlastung, die sich in Form von Stress, Ermüdung, Arbeitsunzufriedenheit oder Fehlerhäufigkeit äußern kann. Durch Planungsfehler oder durch mangelnde Harmonisierung des Produktionsflusses können Überlastungen auch im

⁴⁰ Vgl. Ohno, T., (Toyota-Produktionssystem 2009), S. 52; Miki-Horke, G., (Arbeitssoziologie 2007), S. 187; Drew, J. / McCallum, B. / Roggenhofer, S. (Unternehmen 2005), S. 36.

⁴¹ Vgl. Vollmer, L., (Verbesserung 2009), S. 140; Becker, H., (Toyota, 2006), S. 280.

⁴² Vgl. Drew, J. / McCallum, B. / Roggenhofer, S. (Unternehmen 2005), S. 268f; Becker, H., (Toyota, 2006), S. 280.

Herstellungsprozess auftreten. Diese Überlastung der Maschinen zeigt sich oftmals in Fertigungsfehlern oder Maschinenausfällen.⁴³

Mura, die dritte und letzte der Grundtypen der Verschwendung, stellt eine Kombination aus den zuvor genannten Verschwendungen (Muda) und Überbeanspruchungen (Muri) dar. Brunner bezeichnet Mura als Vermeidung von Unausgeglichenheit und beschreibt dabei eine unregelmäßige Produktion durch interne Probleme. Töpfer bezeichnet Mura hingegen als Variabilität, die jede Abweichung von den Standardbedingungen darstellt. Weiterführend drückt Mura die Verluste aus, welche entstehen, wenn im Rahmen der Fertigungssteuerung eine fehlende oder unvollständige Harmonisierung der Kapazitäten erfolgt und sich hierdurch z.B. Warteschlangen bilden.^{44 45}

Ein weiterer Baustein, um möglichst geringe Lagerbestände zu erreichen, ist das Ziehprinzip; die Produktion nach Bedarf. Das Ziehprinzip ist in Abbildung 6 dargestellt. Gleichzeitig beinhaltet das Ziehprinzip eine der wichtigsten Zielsetzungen der Lean Production. Basierend auf dem Pull-Prinzip und der Kanban Methode wird ein Einzelteil oder auch ein Endprodukt nur dann gefertigt, wenn es benötigt wird. Statt nach einem konventionellen Produktionsplan zu produzieren, wird dieser bei dem Ziehprinzip durch die bedarfsgesteuerte Produktion ersetzt. Bei der bedarfsgesteuerten Produktion ist nur der Endmontage der genaue Bedarfstermin und die genaue Bedarfsmenge an Fertigprodukten bekannt. Entsprechend entnimmt die Endmontage dem vorhergehenden Prozess die Teile in der benötigten Menge und zu dem richtigen Zeitpunkt. In der Teilefertigung werden die entnommenen Teile neu produ-

⁴³ Vgl. Brunner, F.J., (Erfolgskonzepte 2008), S. 65; Oeltjenbruns, H., (Organisation, 2000), S. 32.

⁴⁴ Vgl. Oeltjenbruns, H., (Organisation, 2000), S. 32; Brunner, F.J., (Erfolgskonzepte 2008), S. 65; Töpfer, A., (Management 2009), S. 29.

⁴⁵ A.d.V.: Die Audi A3-Montage im Audi Werk in Ingolstadt, einer der Gewinner des AUTOMOTIV LEAN PRODUCTION AWARD im Jahr 2009, zeigt ein aktuelles Beispiel zur Vermeidung von Verschwendung. Der AUTOMOTIV LEAN PRODUCTION AWARD wird seit 2006 durch die gleichnamige Benchmarkstudie in Kooperation der Zeitschrift AUTOMOBIL PRODUKTION mit der Beratungsgesellschaft Agamus Consult verliehen. Im Rahmen des Audi-internen kontinuierlichen Verbesserungsprozesses, gelang es Audi binnen eines Jahres, die Laufwege aller Montagemitarbeiter der A3 Fertigung, um 22.000 Kilometer zu reduzieren. [Vgl. Rumpelt, T., (ungewisse Zeiten 2009), S. 26; Rumpelt, T., (Krise 2009), S. 20-21.]

ziert und wieder bereitgestellt. Die Prozesse der Teilefertigung werden somit erst dann ausgelöst, wenn die darauf folgende Fertigungsstufe einen entsprechenden Bedarf hat. So wird sichergestellt, dass nur die Einzelteile oder Endprodukte produziert werden, die tatsächlich für einen Kundenauftrag erforderlich sind. Es liegen demnach keine Teile auf Lager, für die entgegen der Prognosen keine Kundenaufträge eingetroffen sind.⁴⁶

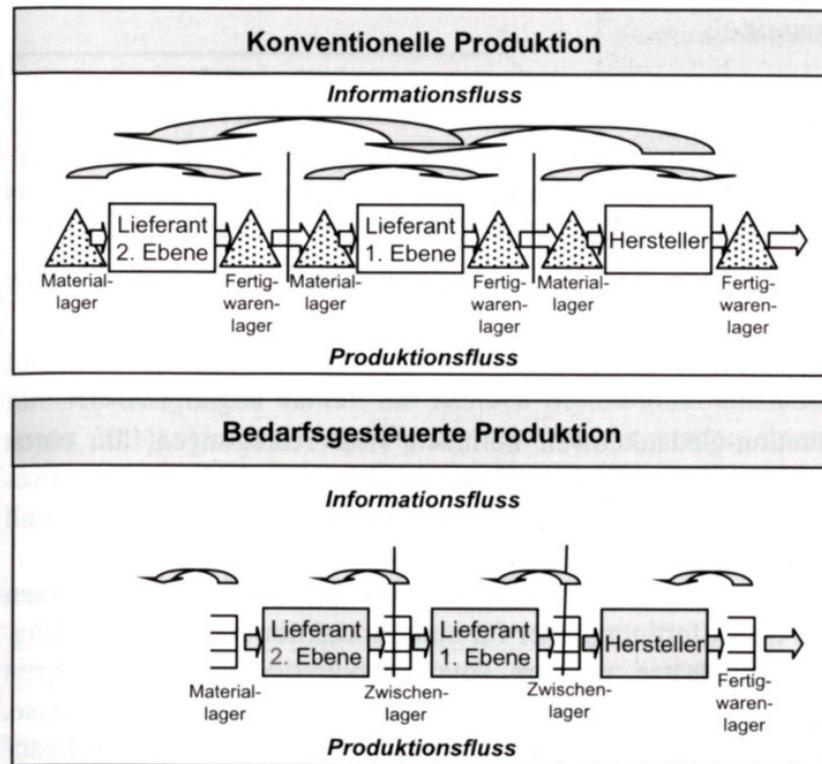


Abb. 6: Ansatz der bedarfsgesteuerten Produktion⁴⁷

Im Toyota Produktionssystem werden die zuvor beschriebenen Lagerbestände nicht aufgebaut, da hier nach der so genannten Fließproduktion gefertigt wird. Die Fließproduktion ist die dritte wesentliche Gestaltungsregel in der Lean Production. Die Fließproduktion spiegelt das Ziehprinzip wieder und ist auf die Kundenbedürfnisse ausgerichtet. Das bedeutet, dass in diesem System nicht die oberste Priorität darauf liegt alle Mitarbeiter und Maschinen zu beschäftigen, sondern die Produktionsprozesskette auf die vorhandenen Kundenaufträge auszurichten. Statt einer hoch automatisierten Produktionseinrichtung in einer Werkstattfertigung, die die Verkür-

⁴⁶ Vgl. Becker, T., (Prozesse 2008), S. 39f; Mikl-Horke, G., (Arbeitssoziologie 2007), S. 183; Oeltjenbruns, H., (Organisation, 2000), S. 40.

⁴⁷ Becker, T., (Prozesse 2008), S. 41.

zung der Hauptzeit einzelner Arbeitsschritte zum Ziel hat, ermöglicht die Ausrichtung auf eine Fließproduktion den Einsatz vieler kleiner Maschinen. In der Lean Production werden diese kleineren Maschinen für einzelne Aufgaben optimiert. Ein stabilerer Produktionsprozess mit einfachen Einrichtungen rückt in den Vordergrund. Auf diese Weise kann ein Mitarbeiter mehrere Maschinen, möglicherweise auch unterschiedliche Maschinen, gleichzeitig bedienen. Aufgrund dessen sind die Maschinen in der Fließproduktion auf einen möglichst geringen Personaleinsatz ausgerichtet und möglichst dicht aneinander aufgestellt.⁴⁸

4 Merkmale der auftragsbezogenen Fertigung bei unterschiedlichen Fertigungsverfahren

Wie im vorangegangenen Kapitel beschrieben, existieren unterschiedliche Organisationsformen der Fertigung. Die beiden am häufigsten in der Literatur beschriebenen und in der Praxis anzutreffenden sind die Werkstatt- und die Fließproduktion. Parallel dazu existieren Mischformen wie z.B. die Gruppenfertigung, die Baustellenfertigung oder die Werkbankfertigung. Aufgrund des Umfangs der vorliegenden Arbeit wird auf diese nicht weiter eingegangen.⁴⁹

4.1 Fertigungsverfahren nach räumlicher und zeitlicher Einteilung der Produktion

Bei der Betrachtung von räumlichen und zeitlichen Faktoren der Produktion zeichnet sich die Werkstattfertigung dadurch aus, dass eine Gruppe in ihrer Funktion ähnlicher Maschinen räumlich in Werkstätten konzentriert wird. Diese Maschinen sind meist ohne vorgegebene Anordnung aufgestellt und bearbeiten Aufträge mit unterschiedlicher Durchlaufzeit. Als typische Werkstätten werden hier von Adam die Lackiererei oder die Schlosserei genannt. Als wesentliche Vorteile dieser Organisationsform sind die geringen Rüstzeiten und das hohe Maß an Flexibilität und Anpassungsfähigkeit zu nennen. Die zeitlich-organisatorische Unübersichtlichkeit, die

⁴⁸ Vgl. Takeda, H., (Produktionssystem 2009), S. 67f; Becker, T., (Prozesse 2008), S. 39.

⁴⁹ Vgl. Bloech, J., (Produktion 2008), S. 256f; Kistner, K.-P. / Steven, M., (Produktionsplanung 2001), S. 21f.

langen Transportwege und die vielen Zwischenlager sind die wesentlichen Nachteile der Werkstattproduktion.⁵⁰

Die Beschreibung der Möglichkeiten der Werkstattfertigung und die Vor- und Nachteile dieser Organisationsform zeigt, dass sie sich besonders für eine auftragsbezogene Fertigung anbietet.⁵¹

Bei der Fließproduktion erfolgt die Anordnung der Maschinen nicht nach Ihrer Ver-
richtung, sondern nach der technisch erforderlichen Arbeitsabfolge, die in der Regel
bei jedem Fertigungsauftrag gleich ist. Zu unterscheiden ist bei der Fließproduktion
nach der Reihenfertigung bzw. nach der eigentlichen Fließfertigung. Bei der Reihen-
fertigung sind die einzelnen Arbeitsschritte zeitlich ungenau aufeinander abge-
stimmt. Kleine Pufferlager fangen diese Zeitdifferenzen bei der Bearbeitung auf. Die
eigentliche Fließfertigung, oder auch Fließbandfertigung, ist durch einen vorgege-
benen Zeittakt gekennzeichnet und findet sich beispielsweise in der Endmontage
oder dem Bau einzelner Baugruppen der Automobilindustrie wieder. Durch die am
Arbeitsablauf orientierte Anordnung der Stationen wird die Bearbeitungszeit festge-
legt. Ablaufbedingte Wartezeiten werden vermieden und Pufferlager können nicht
entstehen. Die Vorteile der Fließproduktion liegen z.B. bei den geringeren Durch-
laufzeiten, dem hohen Anteil produktiver Zeit, da die Rüstzeiten entfallen und dem
geringeren Raumbedarf. Wesentliche Nachteile dieser Organisationsform liegen in
der geringen Flexibilität der Produktion, da nur eine hohe Stückzahl wirtschaftlich
gefertigt werden kann, der Abhängigkeit unter den einzelnen Stationen und dem
hohen Kapitalbedarf bei der Fertigungseinrichtung.⁵²

⁵⁰ Vgl. Adam, D., (Produktions-Management 1998), S. 17; Bloech, J., (Produktion 2008),
S. 256.

⁵¹ Vgl. Bloech, J., (Produktion 2008), S. 256.

⁵² Vgl. Laux, H. / Liermann, F., (Organisation 2005), S. 344; Bloech, J., (Produktion 2008),
S. 257; Adam, D., (Produktions-Management 1998), S. 17f.

4.2 Fertigungsverfahren nach der Mengenleistung der Produktion

Die Fertigungsverfahren lassen sich nicht nur nach ihrer räumlichen und zeitlichen Struktur einteilen, sondern auch nach der Mengenleistung der Produktion. Bei der Einteilung der Produktionsprozesse nach ihrer Mengenleistung wird zwischen Massenfertigung, Sortenfertigung, Serienfertigung oder Einzelfertigung unterschieden.⁵³

Wie in den vorangegangenen Kapiteln ausgeführt werden bei der Massenfertigung homogene Produkte über einen längeren Zeitraum zumeist in größeren Stückzahlen hergestellt. Bei diesem Produktionsverfahren sind die Maschinen einer Produktart fest zugeordnet und die Fertigungsplanung und Steuerung der Produktion wird als reine Mengenplanung aufgefasst. Bei der Massenfertigung werden die Produkte meist für den anonymen Markt gefertigt. Der sich daraus ergebende Vorteil ist, dass durch die Kostendegression niedrige Stückkosten erreicht werden können. Da die Massenfertigung häufig mit der Fließfertigung einhergeht, wird ein besonderes Augenmerk auf die zeitliche und quantitative Koordination der Materialströme innerhalb der Fertigung gelegt. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist die geringe Flexibilität der Massenproduktion problematisch, da die Produktionsanlagen meist auf bestimmte Konstruktionen ausgelegt sind. Bei technischem Fortschritt oder Bedarfs- bzw. Vorliebenwandel der Konsumenten lassen sich Konstruktionsänderungen nur mit beträchtlichen Neuinvestitionen umsetzen. Dies verursacht erhebliche Anpassungsprobleme und führt in der Übergangszeit zu Qualitäts- und Produktivitätsproblemen. Nach einer solchen Anpassung der Produktion kann es mitunter bis zu einem Jahr dauern, ehe das ursprüngliche Niveau wieder erreicht ist.⁵⁴

Die Einzelfertigung ist dadurch gekennzeichnet, dass von jeder Produktart nur eine Einheit hergestellt wird. Sie stellt somit den Grenzfall der Kleinserienfertigung mit der Losgröße 1 dar. Bei der Einzelfertigung handelt es sich meist um die Fertigung nach speziellen Kundenwünschen, so dass sich dieser Produktionstyp speziell bei der Auftragsfertigung einsetzen lässt. Typisch hierbei ist die Erstellung von komplexen Objekten, wie z.B. Großmaschinen und Schiffen, oder die Erstellung von Maßanfertigungen, wie z.B. Aufzügen. Meist fehlt es bei der Einzelfertigung an jeder Art

⁵³ Vgl. Geyer, H. / Ahrendt, B., (Crashkurs 2008), S. 88-90; Bloech, J., (Produktion 2008), S. 258f.

⁵⁴ Vgl. Adam, D., (Produktions-Management 1998), S. 21; Bloech, J., (Produktion 2008), S. 258.

von Standardisierung. Eine Arbeitsteilung ist im Vergleich zur Massenfertigung eher gering. Da bei der Einzelfertigung für jedes Produkt sehr individuelle Konstruktionspläne, Stücklisten und Terminpläne erstellt werden müssen, liegt der Schwerpunkt der Planung in der Phase zwischen der Konstruktion und dem Fertigungsbeginn. Diese Planung wird häufig durch unterschiedliche Bearbeitungsreihenfolgen der Einzelaufträge erschwert.⁵⁵

Die Sorten- und Serienfertigung nimmt im Vergleich zu den beiden Extremtypen der Massen- und Einzelfertigung eine Zwischenstellung ein.⁵⁶

Die Sortenfertigung zeichnet sich dadurch aus, dass verschiedene Ausprägungen einer Produktart hergestellt werden. Die Sortenfertigung erfolgt entweder zeitlich nacheinander auf denselben oder parallel auf verschiedenen Maschinen, die im Regelfall geringfügig umgerüstet werden müssen.⁵⁷

Durch die notwendigen Umrüstungen ergeben sich bei der gemeinsamen Nutzung der Maschinen spezielle Planungsprobleme, da die unterschiedlichen Produkte um die Maschinen konkurrieren. Neben dem Losgrößenproblem besteht das Maschinenbelegungsproblem, bei dem festgelegt werden muss, wann welche Sorte produziert werden soll.⁵⁸

Bei der Serienfertigung werden verschiedene Produktarten produziert, wobei jedoch die Produkte eines Fertigungsloses völlig identisch sind. Die Produkte verschiedener Serien sind einander ähnlich und meist nur technisch verändert, so dass sie auf den gleichen Maschinen produziert werden können. Bei der Serienfertigung kann zwischen Klein- und Großserien unterschieden werden. Eine Fertigung von zwei oder drei gleichen Produkten kann bereits als Kleinserie bezeichnet werden. Beispiele hierfür sind Möbel oder Eisenbahnwaggons. Die Großserienfertigung weist eine geringere Komplexität der Planungsprobleme gegenüber der Sorten- oder Kleinserienfertigung auf, da Umrüst- und Reihenfolgeentscheidungen relativ selten

⁵⁵ Vgl. Specht, D. / Stefanska, R., (Produktionskonzept 2009), S. 37f; Bloech, J., (Produktion 2008), S. 258; Adam, D., (Produktions-Management 1998), S. 22.

⁵⁶ Vgl. Kistner, K.-P. / Steven, M., (Produktionsplanung 2001), S. 27.

⁵⁷ Vgl. Bloech, J., (Produktion 2008), S. 258.

⁵⁸ Vgl. Adam, D., (Produktions-Management 1998), S. 23.

auftreten. Bei der Großserienfertigung ist der Übergang zur Massenproduktion fließend.⁵⁹

4.3 Formen der Auftragsabwicklung

Die zuvor beschriebenen Organisationsformen und Fertigungstypen können unterschiedlicher Produktionsmengenplanung unterliegen. Sie lassen sich dabei anhand des Initialmerkmals der Auftragsauslösungsart unterscheiden. Die typischen Formen der Auftragsabwicklung sind die Auftrags- bzw. Rahmenauftrags-, die Varianten- und die Lagerfertigung.⁶⁰

Die Leistungserstellung des Auftragsfertigers ist durch die Auftragserteilung eines Kunden bestimmt.⁶¹

Bei der auftragsbezogenen Produktion des Auftragsfertigers beginnt die Fertigung erst dann, wenn ein Kundenauftrag vorliegt. Anstatt auf Vorrat zu produzieren, wird der Herstellungsprozess vom Auftragseingang bis zur Lieferung an den Kunden so gestaltet, dass das Produkt innerhalb der vom Kunden gewünschten Lieferzeit hergestellt werden kann. Jeder Kundenauftrag hat somit den Charakter einer Neukonstruktion, bei der produktionsrelevante Daten und Informationen bezüglich jedes einzelnen Unikates neu erstellt werden. Durch den direkten Kundenauftragsbezug wird der Erzeugnisbedarf rein bedarfsorientiert, durch Stücklistenauflösung, bestimmt. Im Rahmen einer kundenspezifischen Auftragsfertigung besteht häufig das Problem, dass Bauteile noch nicht konstruktiv bestimmt sind. Dennoch müssen Sie aufgrund ihrer langen Wiederbeschaffungszeiten bereits in einer sehr frühen Phase der Auftragsabwicklung beschafft werden. Aufgrund der erheblichen Komplexität konzentriert sich der Auftragsfertiger verstärkt auf die Entwicklung, die Konstruktion und die Montage seiner Produkte. Dies führt zu einer Reduzierung der Fertigungstiefe wie auch zu einer entsprechenden Erhöhung an fremdbezogenen Baugruppen. Repräsentativ sind bei dieser Einmalfertigung Unternehmen des Anlagen- oder Sondermaschinenbaus. Aufgrund von Standardisierungsbemühungen ist bei vielen

⁵⁹ Vgl. Bloech, J., (Produktion 2008), S. 258; Kistner, K.-P. / Steven, M., (Produktionsplanung 2001), S. 215; Adam, D., (Produktions-Management 1998), S. 23.

⁶⁰ Vgl. Schuh, G. / Schmidt, C., (Prozesse 2006), S. 135.

⁶¹ Vgl. Volling, T., (Auftragsbezogene Planung 2009), S. 11.

Unternehmen dieses Typs ein Trend zur Produktion von Kleinserien kennzeichnend.⁶²

Die Aktivitäten der Auftragsabwicklung eines Lagerfertigers gehen bei den Planungen von einem anonymen Markt aus. Bei der Produktion eines Lagerfertigers hat der Kunde keinen Einfluss auf die Auftragsabwicklung. Stattdessen wird sein Auftrag ausschließlich von einem Fertigwarenlager bedient. Die Produktion wird in diesem Fall nicht an den spezifischen Wünschen von Einzelkunden ausgerichtet, vielmehr sind die Produkte und die Mengen auf die Nachfrage bestimmter Kundengruppen oder Marktsegmente ausgelegt. Die Produktgestaltung und die Produktionsplanung basieren beim Lagerfertiger auf Bedarfs- und Absatzprognosen, die unter Zuhilfenahme von Marktprognosen gewonnen werden. Typische Lagerfertiger finden sich in der Konsumgüterindustrie. Die Produktion für einen anonymen Markt setzt lagerfähige Standardprodukte voraus, da unter dieser Voraussetzung der Produktions- und der Absatzprozess voneinander getrennt werden kann. Durch diese zeitliche Trennung der Produktion vom Absatz gelingt es, die Produktion zu verstetigen und in hohen Stückzahlen durch Serien- bzw. Massenfertigung zu produzieren. Im Vergleich zu einem Auftragsfertiger zeichnet sich dieser Produktionsprozess durch größere zeitliche, mengenmäßige und qualitative Stabilität aus.⁶³

Die Entwicklung zu einer stärkeren Kundenorientierung führt auch beim Lagerfertiger zunehmend zur kundenspezifischen Endmontage und damit zu den typischen Auftragsabwicklungsabläufen eines Variantenfertigers, die im Folgenden erläutert werden.⁶⁴

Der als Variantenfertiger bezeichnete Auftragsabwicklungstyp produziert die Produkte auf der Basis einer kundenanonymen Vorproduktion mit anschließender kundenauftragsbezogener Endproduktion. Dabei wird im Rahmen der anonymen Vorproduktion bis zu einer festgelegten Bevorratungsebene meist mit größeren Stückzahlen gearbeitet, als bei der auftragsbezogenen Endproduktion benötigt werden. Bis ein vorliegender Kundenauftrag einen Abruf der Bauteile zur Endproduktion aus-

⁶² Vgl. Becker, T., (Prozesse 2008), S. 46; Specht, D. / Gruß, R., (Einzelfertigung 2009) S. 58; Schuh, G. / Schmidt, C., (Prozesse 2006), S. 136-139.

⁶³ Vgl. Schuh, G. / Schmidt, C., (Prozesse 2006), S. 180-182; Adam, D., (Produktions-Management 1998), S. 11.

⁶⁴ Vgl. Schuh, G. / Schmidt, C., (Prozesse 2006), S. 136.

löst, werden die Bauteile zwischengelagert und erst später der Endmontage zugeführt. Während beim reinen Auftragsfertiger ein vergleichsweise hoher Konstruktionsaufwand entsteht, verringert sich dieser beim Variantenfertiger aufgrund des höheren Standardisierungsgrades zu einer Anpassungskonstruktion. Um möglichst schnelle Lieferzeiten zu erreichen, produziert der Variantenfertiger seine Erzeugnisse soweit wie möglich kundenanonym vor. Während der Fertigung treten beim Variantenfertiger nur selten Änderungen am Produkt auf. Änderungen resultieren vielmehr aus einer kurzfristigen, veränderten Zusammensetzung alternativ einsetzbarer Komponenten. Durch den Trend der zunehmenden Standardisierung von Baugruppen und Bauteilen beim Auftragsfertiger gleichen sich die Auftragsabwicklungsprozesse des Auftragsfertigers und des Variantenfertigers immer weiter aneinander an.⁶⁵

5 Wesentliche Bausteine der Lean Production

5.1 Standardisierung

Um eines der Hauptziele der Lean Production, die kontinuierliche Verbesserung, zu erreichen, ist es wichtig die Arbeitsschritte zu standardisieren. Diese Standardisierung ist nach Brunner die Grundlage der kontinuierlichen Verbesserung und der Übertragung von Verantwortung auf die einzelnen Mitarbeiter.⁶⁶

Bei Toyota bildet Standardisierung eine der Grundlagen des gesamten Produktionssystems. Durch Standardisierung wird jedes einzelne Vorgehen in der Prozesskette der Automobilfertigung detailliert beschrieben. Die Arbeitsabläufe zur Erstellung eines Automobils werden bei Toyota unter dem Aspekt der Optimierung menschlicher Bewegungsabläufe ermittelt. Wenn diese optimale Arbeitsschrittreihenfolge auf entsprechenden Arbeitsblättern dokumentiert und in der Fertigung ausgehängt ist, ist abgesichert, dass die Arbeitsschritte immer in gleicher Reihenfolge durchgeführt werden. Verschwendung in Form von unnötiger Bewegung wird dabei vermieden.⁶⁷

Unter Standardisierung in der Lean Production kann aber nicht verstanden werden, dass Mitarbeiter wie Maschinen behandelt werden, die nur einfache Tätigkeiten ausüben. Wenn die Standardisierung in einem Unternehmen richtig angewendet wird,

⁶⁵ Vgl. Eversheim, W., (Arbeitsvorbereitung 2002), S. 179-181; Schuh, G. / Schmidt, C., (Prozesse 2006), S. 167f.

⁶⁶ Vgl. Brunner, F.J., (Erfolgskonzepte 2008), S. 124.

⁶⁷ Vgl. Oeltjenbruns, H., (Organisation, 2000), S. 55.

wird, ist sie ein erforderlicher Schritt um, den Grundstein für Flexibilität zu legen. Außerdem eröffnet Sie den Mitarbeitern die Möglichkeit, neue Fähigkeiten zu entwickeln und mehr Abwechslung am Arbeitsplatz zu erfahren.⁶⁸

Die Standardisierung der Fertigung umfasst bei Toyota viel mehr als die Dokumentation der Arbeitsschrittfolgenfolge, die ein Mitarbeiter auszuführen hat. Liker beschreibt drei Elemente, aus denen sich die standardisierte Arbeit bei Toyota zusammensetzt. Der Standard einer Aufgabe wird durch die Taktzeit, die Abfolge der Arbeitsschritte und durch das Handlager bestimmt. Bei Toyota werden die Beschreibungen der standardisierten Aufgaben zwar ausgehängt, befinden sich jedoch nicht im direkten Blickfeld des Bandarbeiters. Vielmehr dienen die Aushänge der Arbeitsbeschreibung, damit die Team- und Gruppenleiter überprüfen können, ob diese auch eingehalten werden, da der Bandarbeiter seine Handgriffe verinnerlicht haben sollte, ohne jedes Mal auf die Beschreibung zu blicken.⁶⁹

Grundsätzlich sorgen Standards dafür, dass Arbeitsschritte unabhängig von der ausführenden Person fortwährend auf die gleiche Art und Weise ausgeführt werden. Standards sind nicht statisch, sondern werden von den Arbeitsteams, die sie anwenden, stets weiterentwickelt. Werden einzelne Prozesse optimiert, werden auch die Standards angepasst, welche dann als neue Bedingungen wieder die Ausgangsbasis für Verbesserungen darstellen. Des Weiteren spielen Standards eine wichtige Rolle in flexiblen Mitarbeiterereinsatzsystemen, da diese leichter zwischen einzelnen Aufgaben wechseln können. Dies gibt Unternehmen die Chance, schnell auf Nachfrageschwankungen reagieren zu können und somit ihre Produktivität zu steigern.⁷⁰

Standards sind zu diesem Zeitpunkt die beste Art und Weise, ein Produkt herzustellen. Sie sind keine Mittelwerte sondern Bestwerte. Alle negativen Abweichungen von diesen Standards sind Verluste und Verschwendungen, die es stetig zu reduzieren gilt.⁷¹

Was man mit Standardisierung erreichen kann, zeigt das Beispiel der weltbekannten Unternehmen Burger King und McDonald's. Erst durch die Standardisierung ihrer Produkte erlangten sie eine führende Marktposition. Burger King und McDonald's

⁶⁸ Vgl. Drew, J. / McCallum, B. / Roggenhofer, S. (Unternehmen 2005), S 71.

⁶⁹ Vgl. Liker, J.K., (Managementprinzipien, 2007), S. 207-209.

⁷⁰ Vgl. Drew, J. / McCallum, B. / Roggenhofer, S. (Unternehmen 2005), S 71f.

⁷¹ Vgl. Reitz, A., (Lean TPM 2008), S. 47.

gelten als Synonym für standardisierte Produkte. Egal ob sie einen Burger in Berlin, Las Vegas oder Sydney kaufen, die Qualität ist immer die gleiche. Damit dieses System funktioniert sind alle Faktoren des Prozesses und alle Prozessschritte bei diesen Unternehmen standardisiert.⁷²

5.2 Teamarbeit

Der zweite, wesentliche Baustein der Lean Production ist das eng zusammenarbeitende Team. Ein Team besteht laut Liker aus fünf bis acht Arbeitern und wird von einem Teamleiter geführt und unterstützt. Der Teamleiter sorgt außerdem für das Einhalten der Produktionsziele und stellt sicher, dass die Standardverfahren eingehalten werden. Er reagiert und hilft sofort, wenn ein Bandarbeiter ein Problem anzeigt.⁷³

Durch das Zusammenführen von Mitarbeitern in Teams, die dann für einen klar umschriebenen Arbeitsumfang verantwortlich sind, entsteht bei den Mitarbeitern eine höhere Identifikation mit ihrer Tätigkeit und fördert ein größeres Engagement.⁷⁴

Die Teamarbeit findet in schlanken Unternehmen auf verschiedenen Ebenen Anwendung. Einerseits ist das Teamkonzept eine Unternehmenskultur, bei der zwischen dem Management und den Arbeitskräften versucht wird, eine Harmonie zu erreichen. Andererseits fallen unter das Teamkonzept auch die Beziehungen zu den Zulieferbetrieben und zu den Händlern, die sich durch eine enge und zukunftsorientierte Zusammenarbeit auszeichnen. Das Teamkonzept in schlanken Unternehmen bezieht sich darüber hinaus auch auf die drei Anwendungsbereiche der Produktentwicklung, des Qualitätszirkels und der Arbeitsgruppen in der Fertigung.⁷⁵

Arbeit und Sport haben viele Gemeinsamkeiten. So entscheidet beispielsweise bei einem Ruderteam oder einer Fußballmannschaft in erster Linie der Teamgeist über Sieg oder Niederlage und nicht der einzelne Star der jeweiligen Mannschaft. Ohno überträgt diesen Teamgeist auf der Herstellung eines Produktes. Erfahrungsgemäß sind zehn oder fünfzehn Mitarbeiter notwendig, um das benötigte Rohmaterial zu einem Endprodukt zu verarbeiten. Hierbei entscheidet das Zusammenspiel des

⁷² Vgl. Reitz, A., (Lean TPM 2008), S. 47.

⁷³ Vgl. Liker, J.K., (Managementprinzipien, 2007), S. 273; Brunner, F.J., (Erfolgskonzepte 2008), S. 113.

⁷⁴ Vgl. Kraus, G. / Becker-Kolle, C. / Fischer, T., (Change-Management 2006), S. 32.

⁷⁵ Vgl. Born, M. / Eiselin, S., (Teams 1996), S. 111.

Teams, wie viele Produkte letztendlich das Fließband als Ganzes verlassen können, und nicht wie viele Teile von einem einzelnen Mitarbeiter bearbeitet wurden.⁷⁶

Zusammengefasst ergeben sich durch Teamarbeit drei Hauptvorteile: Probleme können in einem Team schnell und effektiv gelöst werden, da sich die einzelnen Teammitglieder bei Störungen gegenseitig unterstützen und über eine breitere Wissensbasis verfügen. Des Weiteren organisieren sich Teams selber, indem sie z.B. den durch Störung entstandenen Produktionsausfall wieder aufholen. Der dritte Vorteil ist die erhebliche Reduktion der Komplexität, beispielsweise bei einer Produktentwicklung. Bei der Teamarbeit können sich eine Anstrengungsreduktion, möglicher Zeitverlust oder Konflikte innerhalb des Teams negativ auf das Ergebnis auswirken.⁷⁷

5.3 Qualitätsbezogene Bausteine

5.3.1 Kaizen

Kaizen hat seinen Ursprung in Japan und setzt sich aus zwei Begriffen zusammen. Kai bedeutet verbessern oder ändern und Zen entspricht dem deutschen Wort für gut. Kaizen ist eine japanische Lebens- und Arbeitsphilosophie, in deren Mittelpunkt die ständige, systematische und schrittweise Veränderung zum Besseren steht. Sie zielt auf die Vermeidung und die Identifizierung von Fehlern und Ineffizienzen im Unternehmen ab.⁷⁸

Im Wesentlichen beruht Kaizen auf dem Prinzip der kleinen Schritte und der aufmerksamen Beobachtung und Wahrnehmung kleiner Momente, die in Summe zu großen Erfolgen führen können. In Japan gilt der Begriff Kaizen als Synonym für ständige Verbesserung in eben diesen kleinen Schritten. Kaizen ist allerdings keine Methode, die bei Bedarf zur Lösung von Problemen eingesetzt wird. Vielmehr ist sie als prozessorientierte Denkweise im Sinne einer inneren Einstellung zu sehen, die gleichzeitig Ziele und wesentliche Verhaltensweisen im Unternehmen beinhaltet. In der Ökonomie bedeutet Kaizen, dass alle Beschäftigten ständig zur Optimierung der Geschäftsabläufe erbringen. Sie leisten diese Optimierung als Einzelner für den

⁷⁶ Vgl. Ohno, T., (Toyota-Produktionssystem 2009), S. 56.

⁷⁷ Vgl. Born, M. / Eiselin, S., (Teams 1996), S. 117-119.

⁷⁸ Vgl. Schmelzer, H. / Sesselmann, W., (Geschäftsprozessmanagement 2008), S. 23; Syska, A., (Produktionsmanagement 2006), S. 71; Oeltjenbruns, H., (Organisation, 2000), S. 59.

eigenen Arbeitsplatz, im Team für den erweiterten Teamarbeitsbereich und in der Unternehmensorganisation für die Optimierung von Systemen und Prozessen.⁷⁹

Aus einem internen Dokument der Toyota Motor Company geht hervor, dass es bei Toyota als größtes Zeichen der Stärke gilt, wenn ein Mitarbeiter einen Fehler offen anspricht, dafür Verantwortung übernimmt und Maßnahmen vorschlägt, wie der Fehler das nächste Mal vermieden werden kann.⁸⁰

Das bei der Verbesserungs- und Fehlerbehebungsarbeit am häufigsten benutzte Baustein ist die *5W Methode*.⁸¹

Die 5W-Methode funktioniert auf die Art und Weise, wie Kinder versuchen, eine Begründung für ein Phänomen zu finden, indem sie immer wieder warum fragen. Auf eine Problemfrage folgt immer eine eindeutige Antwort. Dies geschieht so lange, bis auf eine daraus resultierende neue Frage keine Antwort mehr folgt. Das umfassende, gründliche Hinterfragen führt so systematisch an die Wurzeln eines Problems. Wenige Fragen und vorschnelle Antworten liefern hingegen meist nicht die wahre oder vollständige Problemursache und machen ein erneutes Befassen mit der Problematik erforderlich.⁸²

Dabei spielt aber die Anzahl der Fragen eine untergeordnete Rolle, da es wichtig ist, so lange nach dem Warum zu fragen, bis zur Ursache des Problems vorgedrungen wird. Die Lösungsmaßnahmen müssen so tief wie möglich bis zur untersten Ebene der Problemursache vordringen und ansetzen, damit eine Wiederholung des Problems verhindert werden kann.⁸³

Kaizen wird seit Anfang der 1990er Jahre auch in westlichen Industrieländern vielfach praktiziert. In der deutschsprachigen Industrie wird Kaizen oft auch mit den Begriffen des betrieblichen Vorschlagswesens oder dem Ideenmanagements verbunden. In vielen Unternehmen ist Kaizen zusätzlich unter dem Fachbegriff kontinuierlicher Verbesserungsprozess in den Qualitätsmanagementsystemen verankert. Allerdings wurde in den westlichen Industrieunternehmen selten das erreicht, was man sich vom japanischen Vorbild Toyota versprochen hatte. Die Begründung wurde eingangs dieses Kapitels schon angesprochen. Kaizen ist eine japanische Philo-

⁷⁹ Vgl. Becker, H., (Toyota, 2006), S. 263; Brunner, F.J., (Erfolgskonzepte 2008), S. 11.

⁸⁰ Vgl. Liker, J.K., (Managementprinzipien, 2007), S. 349.

⁸¹ Vgl. Brunner, F.J., (Erfolgskonzepte 2008), S. 11.

⁸² Vgl. Reitz, A., (Lean TPM 2008), S. 113; Brunner, F.J., (Erfolgskonzepte 2008), S. 23.

⁸³ Vgl. Liker, J.K., (Managementprinzipien, 2007), S. 356.

sophie, die eng mit der japanischen Mentalität zur Perfektion verbunden ist. Das Streben nach Perfektion ist in Japan eine grundsätzliche Lebenseinstellung und folgerichtig der Sinn und Zweck des Kaizen. Es handelt sich hierbei nicht nur um ein Werkzeug, das es anzuwenden gilt.⁸⁴

5.3.2 Total Quality Management

Der Unterschied zwischen Wissen und Weisheit spielt für das Verständnis von Total Quality Management (im folgenden TQM genannt) eine große Rolle. Imai stellt Wissen als käufliches Gut dar, indem er angibt, dass Wissen durch Bücher oder den Besuch von Seminaren erworben werden kann. Allerdings bleibt dieses Wissen abstrakt, wenn es nicht in Handeln umgesetzt wird. Über die Weisheit schreibt Imai, dass sie im Zuge konkreten Handelns erworben wird. Durch Übung wird diese Weisheit zum Schatz, denn Übung macht bekanntlich den Meister.⁸⁵

Im Mittelpunkt des TQM-Ansatzes steht der Kunde. Dieser Ansatz schließt weiterhin sämtliche Funktionsbereiche und Mitarbeiter einer Unternehmung mit ein. Qualität ist laut Werner dann erreicht, wenn die Unternehmensleistungen dazu geeignet sind, spezifische Anforderungen der Kunden zu realisieren. Damit sind nicht nur die externen Kunden gemeint, auch die internen Kunden fallen hierunter. Diese internen Kunden sind die Mitarbeiter anderer Abteilungen.⁸⁶

Zusätzlich steht im Blickfeld der Betrachtung die Steigerung der Kundenzufriedenheit, das Bestreben sich am umkämpften Käufermarkt behaupten zu können und Wettbewerbsvorteile zu erlangen. Der Qualitätsbegriff bezieht sich hierbei aber nicht nur auf die Endprodukte oder die abgegebenen Dienstleistungen, sondern auch auf die Unternehmensprozesse, die Beziehung zur Umwelt und die Arbeitsbedingungen. Im Vordergrund steht die ständige Steigerung der Effizienz des Unternehmens. Eine bedeutsame Rolle spielt dabei die kontinuierliche Verbesserung der Unternehmensprozesse.⁸⁷

⁸⁴ Vgl. Reitz, A., (Lean TPM 2008), S. 104f.

⁸⁵ Vgl. Imai, M., (Total-Quality-Management 2005), S. 162.

⁸⁶ Vgl. Werner, H., (Supply Chain Management 2002), S. 43.

⁸⁷ Vgl. Schmelzer, H. / Sesselmann, W., (Geschäftsprozessmanagement 2008), S. 17; Vahrenkamp, R., (Produktionsmanagement 2008), S. 265.

Auf dem Weg zu dieser Kundenzufriedenheit hat das TQM-Konzept folgende Inhalte:

- Aufzeigen klarer Unternehmensprinzipien,
- Definition von Unternehmensstrategien zur Verbesserung des Qualitätsmanagements,
- Bestimmung organisatorischer Zuständigkeiten,
- Erarbeitung eines Qualitätssicherungssystems,
- Schulung von Mitarbeitern.⁸⁸

Qualität ist somit nicht allein eine Aufgabe der Abteilung der Qualitätssicherung. TQM ist vielmehr ein Konzept, welches alle Mitarbeiter und alle Funktionen eines Unternehmens einbezieht und als ein Baustein einer umfassenden Unternehmensphilosophie verstanden wird. Dieses Konzept wird häufig anhand von DIN- oder ISO-Normen gemessen, welche das komplette Unternehmen zertifizieren.⁸⁹

Die Verfolgung des erläuterten TQM-Konzeptes hat, laut Hansmann, neben den Wettbewerbsvorteilen, die sich in einem höheren Marktanteil und einer verbesserten Gewinnsituation niederschlagen, weitere strategische Vorteile für ein Unternehmen. Einerseits bewirkt eine hohe Qualität der angebotenen Produkte und Dienstleistungen in der Regel eine intensivere Kundentreue. Andererseits führt eine hohe Qualität zu Kosteneinsparungen, da keine Nacharbeit von defekten Produkten erfolgen muss.⁹⁰

Eine erfolgreiche Umsetzung der wichtigen Lean-Qualitätsbausteine zeigt die Firma Delphi Connection Systems in Neumarkt bei Nürnberg, einer der Gewinner des AUTOMOTIV LEAN PRODUCTION AWARD im Jahre 2009. Durch eine enge Verzahnung der Entwicklung, des Engineerings und der Fertigung kam es seit drei Jahren zu keiner Kundenreklamation bei einer Jahresproduktion von 220 Millionen Produkten. Die realisierte hohe Qualität und Produktivität haben dem Werk das Überleben in Deutschland gesichert.⁹¹

⁸⁸ Vgl. Kaschke Components GmbH, (Managementhandbuch 2010); Werner, H., (Supply Chain Management 2002), S. 43.

⁸⁹ Vgl. Adam, D., (Produktions-Management 1998), S. 84; Werner, H., (Supply Chain Management 2002), S. 43.

⁹⁰ Vgl. Hansmann, K.-W., (Industrielles Management 2006), S. 218f.

⁹¹ Vgl. Rumpelt, T., (ungewisse Zeiten 2009), S. 28; Rumpelt, T., (Krise 2009), S. 21.

5.4 Produktionsbezogene Bausteine

5.4.1 Just-in-Time

5.4.1.1 Definition und Entstehung der Just-in-Time Philosophie

Der Begriff Just-in-Time (im folgenden JIT genannt) geht auf das Toyota Produktionssystem zurück und wurde von Taiichi Ohno entwickelt. Er schuf damit eine Basis des Toyota Produktionssystems. Es bedeutet, dass in einem Fließverfahren die zur Montage benötigten Teile zur rechten Zeit und in der benötigten Menge am Fließband ankommen. Ein Unternehmen, welches diesen Teilefluss durchgehend anwendet, kann sich einem Null-Lagerbestand annähern.⁹²

JIT ist nach dieser Definition eine Philosophie der Materiallogistik. Teil dieser Philosophie ist es, die Produktionsflüsse ganzheitlich zu optimieren und nicht nur einzelne Funktionsbereiche wie z.B. die Logistik zu betrachten. JIT schließt dabei auch die Fertigung im Sinne der Überlegungen mit ein. Hierbei wird die Fertigung auf das Auskommen ohne Materialpuffer und zusätzlich am Kundenbedarf ausgerichtet.⁹³

Der bereits in vorherigen Kapiteln angesprochene kleine Absatzmarkt und das fehlende Kapital der Toyota Motor Company bilden einen Rahmen, der zu einer Reduktion der Fertigungstiefe führt. Durch die größere Einbeziehung der Zulieferer entstand eine besondere Beziehung zwischen diesen und den Hauptproduzenten. Aus dieser engen Beziehung heraus entstand schließlich die JIT Anlieferung, die heute teilweise so weiterentwickelt worden ist, dass Zulieferer direkt an das Montageband der Automobilhersteller anliefern und in deren EDV-Systeme eingebunden sind.⁹⁴

5.4.1.2 Funktionsprinzip der Just-in-Time Logistik und Produktion

Charakteristisch für die JIT Philosophie ist die neue Sicht der Lagerhaltung. In traditionellen Ansätzen der Produktionsplanung werden Lagerbestände in Kauf genommen, obwohl sie mit Kosten und Kapitalbindung einhergehen. Sie ermöglichen aber als Puffer- oder Sicherheitsbestände einen kontinuierlichen Produktionsfluss. Im Rahmen der JIT Philosophie sollen in erster Linie die Nachteile der Lagerhaltung vermieden werden. Neben der Kapitalbindung und den Kosten sind die Reduzierung

⁹² Vgl. Ohno, T., (Toyota-Produktionssystem 2009), S. 35.

⁹³ Vgl. Gröbner, M., (Just-in-time 2007), S. 14; Brunner, F.J., (Erfolgskonzepte 2008), S. 32f.

⁹⁴ Vgl. Vahrenkamp, R., (Produktionsmanagement 2008), S. 310.

der Flexibilität, die Erhöhung der Durchlaufzeiten und das Verdecken von Planungsfehlern durch Lagerbestände zu nennen. Eine Reduktion der Lagerbestände ist nur erreichbar, wenn durch geeignete Maßnahmen die Beschaffung und der Produktionsprozess umstrukturiert werden können.⁹⁵

Durch eine Reduzierung der Lagerbestände wird eine kontinuierliche Belieferung sowohl durch externen als auch durch internen Lieferanten erforderlich. Diese Reduzierung der Bestände führt aber zu fehlender Sicherheit wegen fehlender Pufferbestände. Im Jahre 2007 deckte ein Streik der Lokführer in Deutschland eine Schwäche dieses Systems auf. Die Unterbrechung der Lieferkette führte in der Automobilindustrie zu erheblichen Produktionsausfällen, da die kleinen Pufferbestände sehr schnell aufgebraucht waren. In der japanischen Industrie wurden diese Schwächen schon sehr früh erkannt und durch die Einführung des Kanban-Systems, auf das im folgenden Kapitel noch näher eingegangen wird, reagiert.⁹⁶

Durch den Abbau von Lagerbeständen ist es nahe liegend, die JIT Philosophie über das Unternehmen hinaus zu betrachten. Wenn bei einer JIT Beschaffung der Einzelteile auf ein größeres Wareneingangslager durch entfallende umfangreiche Qualitätskontrollen verzichtet wird, wäre eine direkte Anlieferung an den Produktionsort, wie z.B. dem Montageband, möglich. Dies würde der JIT Philosophie im Logistik- und Beschaffungsbereich sehr nahe kommen. Um diese Vorstellung zu erreichen, muss bei den entsprechenden Zulieferern eine Produktionsanpassung an den Bedarfsrhythmus des Kundenbetriebs erfolgen und darüber hinaus eine gleich bleibende Qualität der gelieferten Einzelteile gewährleistet sein. Außerdem ist die JIT Beschaffung mit einem höheren Risiko der Lieferverzögerung behaftet, was das Beispiel des Lokführerstreiks in Deutschland bereits gezeigt hat. Darüber hinaus können Produktionsschwierigkeiten oder nachlassende Qualität beim Lieferanten zu Problemen in der eigenen Produktion führen.⁹⁷

JIT Zulieferer sind meist durch räumliche Nähe zum Abnehmer geprägt, da beispielsweise in der Automobilindustrie die Anlieferung von Materialien oft einmal am Tag oder sogar stundenweise erfolgt. Vorteile dieser räumlichen Nähe sind geringe-

⁹⁵ Vgl. Kistner, K.-P. / Steven, M., (Produktionsplanung 2001), S. 315f; Bloech, J., (Produktion 2008), S. 344f.

⁹⁶ Vgl. Reitz, A., (Lean TPM 2008), S. 261.

⁹⁷ Vgl. Hansmann, K.-W., (Industrielles Management 2006), S. 319f; Bloech, J., (Produktion 2008), S. 346-348.

re Transportprobleme, kürzere Transportzeiten, höhere Reaktionsschnelligkeit sowie bessere Abstimmungsmöglichkeit.⁹⁸

Die JIT Produktion ist ein Kernstück der JIT Philosophie, allerdings ist sie im Vergleich zur JIT Beschaffung noch nicht so weit verbreitet, da sie eine grundsätzliche Änderung der Denkweise erfordert. Eine Umstellung auf die JIT Produktion setzt eine Umstellung vom Push- zum Pullprinzip, eine Ausrichtung am Kundenbedarf und eine Fertigung von kleinen Losen im Kundentakt voraus.⁹⁹

Um in der JIT Produktion die wichtigsten Ziele, die Senkung der Durchlaufzeiten von Produkten und die Reduzierung der Lagerbestände, zu erreichen, müssen die Prozesse optimal strukturiert werden. Die wichtigsten Strategien hierzu sind nach Hansmann z.B. die Reduzierung der Rüstzeiten, die Fertigung kleinerer Losgrößen und die Harmonisierung des Materialbedarfs.¹⁰⁰

Die mit der JIT verbundene auftragsbezogene Fertigung funktioniert nur mit gewissen Kapazitätsreserven, da plötzliche Nachfrageausweitungen zu Kapazitätsengpässen führen würden. Insgesamt muss in der JIT Produktion eine Kapazitätsharmonisierung angestrebt werden, da ein gleichmäßiger Auslastungsgrad permanente Engpässe beseitigt und das wesentliche Ziel, die Senkung der Durchlaufzeiten, erreicht werden kann.¹⁰¹

5.4.1.3 Vor- und Nachteile der Just-in-Time Philosophie

Wie im vorangegangenen Abschnitt beschrieben, gibt es in der Just-in-Time Philosophie wesentliche Ziele, die eine Kostenreduzierung in der Logistik und in der Produktion ermöglichen. Aus der JIT Philosophie ergeben sich aber noch weitere Vor- und Nachteile, die im Folgenden zusammengefasst werden.

⁹⁸ Vgl. Corsten, D. / Gabriel, C., (Supply Chain Management 2002), S. 242.

⁹⁹ Vgl. Gröbner, M., (Just-in-time 2007), S. 15.

¹⁰⁰ Vgl. Hansmann, K.-W., (Industrielles Management 2006), S. 376f.

¹⁰¹ Vgl. Hentze, J. / Heinecke, A. / Kammel, A., (Betriebswirtschaftslehre 2001), S. 302; Gröbner, M., (Just-in-time 2007), S. 15.

Im Logistik- und Beschaffungsbereich sind hauptsächlich die Vorteile der kleineren Lager zu erkennen. Der erforderliche Raumbedarf, die Senkung der fixen Lagerkosten sowie die geringere Kapitalbindung durch die Senkung der Bestände stehen hier im Vordergrund.¹⁰²

Der Hauptnachteil der JIT Logistik ergibt sich aus dem hohen Risiko der Lieferverzögerungen. Kommt es beim Lieferanten zu Produktionsschwierigkeiten oder gibt es Störungen beim Transport z.B. durch Witterungsverhältnisse, kann ein zu kleines Pufferlager meist einen Produktionsstopp nicht verhindern. Nachteile ergeben sich ebenso für die Umwelt, da durch JIT Anlieferung nicht ortsnahe Lieferanten das LKW-Aufkommen steigt und die Lagerung somit auf der Straße stattfindet.¹⁰³

Durch eine erfolgreiche Umstellung auf die JIT Produktion kommt es zu einer Verringerung der Durchlaufzeiten in der Produktion, aus der sich auch eine Verkürzung der Lieferzeiten ergibt. Zudem erhöhen sich die Flexibilität, die Qualität und die Arbeitsproduktivität. Außerdem werden Schwachstellen im Produktionsablauf durch die Reduzierung der Lagerbestände aufgedeckt.¹⁰⁴

Eine Umstellung auf die JIT Produktion ist aber ohne vorherige Investitionen nicht möglich und bei der in Europa typischen Serien- oder Chargenfertigung meist nur in bestimmten Teilbereichen der Produktion umsetzbar.¹⁰⁵

5.4.2 Kanban

5.4.2.1 Definition und Voraussetzungen des Kanban

Obwohl der Name Kanban in die deutsche Sprache übersetzt *Zeichenbrett* bedeutet, werden auf ihm keine Notizen gemacht. Kanban wurde ebenfalls von Taiichi Ohno entwickelt und wird bei Toyota als ein Instrument genutzt, um das Toyota Produktionssystem als Pull System betreiben zu können. In den meisten Fällen ist Kanban eine bedruckte Karte, versiegelt in einer Plastikhülle, auf der Informationen zu Teilebezeichnung, Lieferant, Verbauort und Transportmenge pro Behälter in Form von Buchstaben, Zahlen und Barcode abgebildet sind. Dieses Papier übermit-

¹⁰² Vgl. Brunner, F.J., (Erfolgskonzepte 2008), S. 32; Hansmann, K.-W., (Industrielles Management 2006), S. 378.

¹⁰³ Vgl. Hansmann, K.-W., (Industrielles Management 2006), S. 320; Gröbner, M., (Just-in-time 2007), S. 15.

¹⁰⁴ Vgl. Bloech, J., (Produktion 2008), S. 348; Hansmann, K.-W., (Industrielles Management 2006), S. 378; Brunner, F.J., (Erfolgskonzepte 2008), S. 32.

¹⁰⁵ Vgl. Kistner, K.-P. / Steven, M., (Produktionsplanung 2001), S. 320.

telt die enthaltenen Informationen vertikal und horizontal innerhalb von Toyota an dessen Zulieferer.¹⁰⁶

Die folgende Abbildung zeigt ein Beispiel einer solchen Kanban Karte.

Kanban			
Teilebezeichnung Welle		Behälterart Palette	
Ident-Nr. 1223122		Stück/Behälter 10	
Erzeugender Bereich 2207 455		Verbrauchender Bereich 1022 013	
Rohmaterial-Nr. 171655		Arbeitsplan-Nr. 231222	
Barcode			
Lieferzeit 2Tage			

Abb. 7: Beispiel einer Kanban Karte¹⁰⁷

Zur Einführung von Kanban reicht es nicht aus, lediglich die Grundgedanken und Grundfunktionen verstanden zu haben. Zunächst müssen die Voraussetzungen erkannt und durch entsprechende Maßnahmen geschaffen werden. Takeda nennt die folgenden sieben Voraussetzungen:

- Aufbau einer Fließfertigung,
- Verkleinerung der Losgrößen,
- geglättete Produktion,
- Verkürzung und Vereinheitlichung der Transportzyklen,
- Bestimmung der Adressen,
- konsequentes Management der Behälter und Verpackungsformen.¹⁰⁸

Wie in Kapitel zwei erwähnt, übernahm Taiichi Ohno die Idee zum Kanban System von den Supermärkten bei seinem Besuch in den USA. Die Übertragung des Supermarktprinzips zum Funktionsprinzip des Kanban wird im folgenden Abschnitt näher erläutert.

¹⁰⁶ Vgl. Ohno, T., (Toyota-Produktionssystem 2009), S. 61; Oeltjenbruns, H., (Organisation, 2000), S. 41.

¹⁰⁷ Wiendahl, H.-P., (Betriebsorganisation 2008), S. 344.

¹⁰⁸ Vgl. Takeda, H., (Produktionssystem 2009), S. 195-197.

5.4.2.2 Funktionsprinzip des Kanban

Würde in einem Supermarkt Kanban eingeführt, dann wären folgende Szenarien zutreffend. Ein Artikel wird gekauft und durch die Registrierkasse ausgetragen. Karten mit den Informationen über die Art und Menge der verkauften Artikel würden dann an die Einkaufsabteilung geschickt, welche mithilfe dieser Informationen neue Artikel einkaufen. Diese Karten entsprächen dem so genannten Entnahme-Kanban des Toyota Produktionssystems. Hätte der Supermarkt eine eigene Produktionsstätte in der Nähe zur Verfügung, gäbe es neben dem Entnahme-Kanban noch das Produktions-Kanban, das vom Supermarkt nicht in die Einkaufsabteilung, sondern in die Fertigung weitergeleitet würde. In den Supermärkten wird noch nicht so weit gegangen, aber Taiichi Ohno übernahm dieses System bereits 1953 in seinen Werkshallen bei Toyota.¹⁰⁹

Übertragen auf die Welt der Produktionslogistik bedeutet dieser Supermarktansatz, dass bei einem Verbrauch von zehn Einheiten eines Artikels auch nur genau diese Menge an Material nachgeliefert werden muss. Ausgelöst wird der Impuls beim Kanbanprinzip durch die Weiterleitung des Kanban an die Logistik. Wenn ein neuer Materialbehälter angebrochen wird, entnimmt der Mitarbeiter die beiliegende Kanban Karte und legt sie sichtbar für die Mitarbeiter der innerbetrieblichen Logistik aus. Diese entnehmen die Kanban Karten bei ihrer Versorgungsfahrt durch die Lagergassen zwischen den Montagebändern und disponieren damit die weitere Materialbestellung. Die Kanban Karte gelangt dann zum internen oder externen Lieferanten zurück, bei dem die zehn entnommenen Einheiten neu produziert werden.¹¹⁰

Dieser Kreis, den die Kanban Karte beschreibt, wird auch als Kanban Regelkreis bezeichnet und ist im Vergleich zur zentralen Produktionssteuerung in Abbildung 8 grafisch veranschaulicht. Aus dieser Nachschubversorgung, durch das Ziehen der Materialien vom Kunden oder Verbraucher ausgelöst, leitet sich der bereits beschriebene englische Begriff des Pull-Prinzips ab.¹¹¹

¹⁰⁹ Vgl. Ohno, T., (Toyota-Produktionssystem 2009), S. 61.

¹¹⁰ Vgl. Oeltjenbruns, H., (Organisation, 2000), S. 42; Dickmann, E. / Dickmann, P., (Kanban 2007), S. 10; Becker, H., (Toyota, 2006), S. 294-296.

¹¹¹ Vgl. Dickmann, E. / Dickmann, P., (Kanban 2007), S. 10.

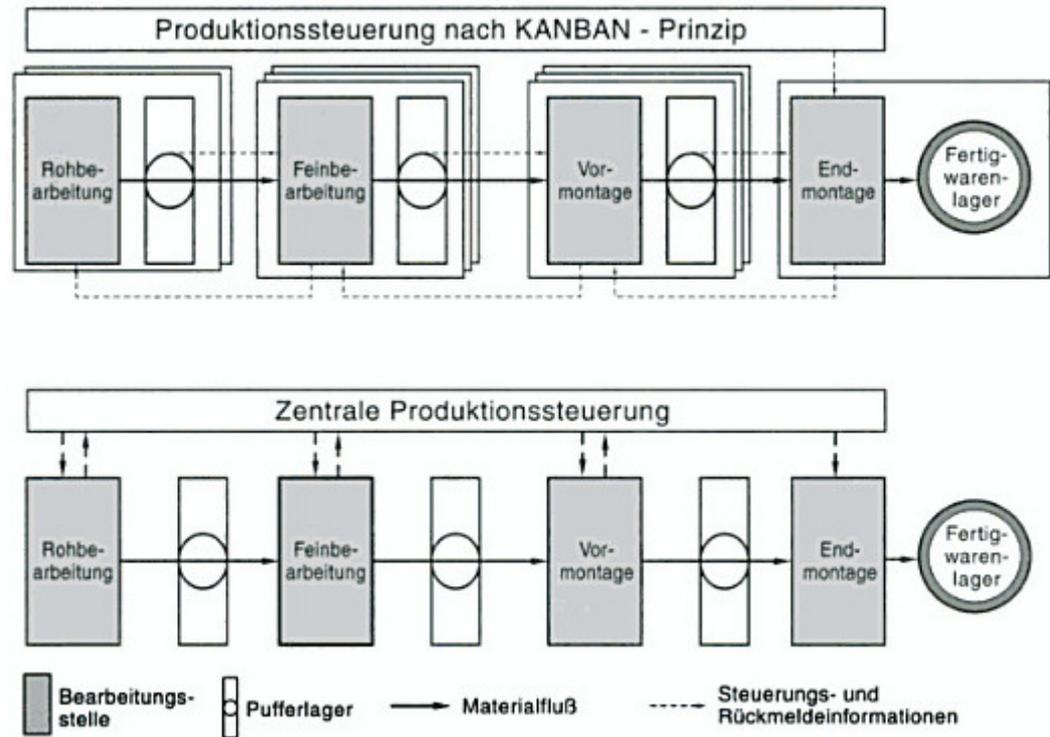


Abb. 8: Regelkreisprinzip von Material- und Informationsfluss nach dem Kanban Prinzip und der zentralen Produktionssteuerung¹¹²

5.4.2.3 Elemente und Regeln des Kanban

Neben der bereits beschriebenen Kanban Karte gibt weitere Elemente zur Informationsübermittlung im Kanban System. Im Rohrbau bei Toyota werden z.B. Ladungsträger mit großvolumigen und schweren Rohbaukarosserieteilen durch ein elektronisches Signal, das E-Kanban angefordert. Moderne Produktionssysteme sind aufgrund ihrer Komplexität und ihrer Variantenvielfalt häufig auf starken Einsatz von Informationstechnologien wie dem E-Kanban angewiesen. Da dieses meist nur über die Einbindung in das PPS-System¹¹³ möglich ist, werden von verschiedenen Softwareherstellern Lösungen zur Integration in das PPS-System angeboten.¹¹⁴

Grundsätzlich kann aber fast jedes Transportmedium als Bestellorder-Träger für das Kanban System genutzt werden, wie z.B. Ladungsträger, Kisten oder Rollwagen. Außerdem werden häufig so genannte Kanban Tafeln verwendet, mit deren Hilfe

¹¹² Wiendahl, H.-P., (Betriebsorganisation 2008), S. 343.

¹¹³ A.d.V.: Ein PPS-System ist ein Computerprogramm, welches den Anwender bei der Produktionsplanung und –Steuerung unterstützt und die damit verbundene Datenverwaltung übernimmt. [Kurbel, K., (PPS-Systemen 2003), S. 15.]

¹¹⁴ Vgl. Oeltjenbruns, H., (Organisation, 2000), S. 42; Scheel, B. / Chilian, A., (Logistik- und Produktionsmethoden 2007), S. 315-317.

einzelne Kanban Karten gesammelt werden können. Diese Tafeln ermöglichen die Abbildung der wirtschaftlichen Losgrößen durch eine Freigaberegung. Ebenso kann durch die Verwendung eines Freigabebereichs eine Nivellierung von Kapazitäten umgesetzt werden.¹¹⁵

Für den Einsatz eines jeden Werkzeuges gibt es Regeln, so auch für den richtigen Einsatz des Kanban Systems. Bei richtiger Handhabung kann es ein sehr wirkungsvolles Mittel zum Erreichen der Ziele sein. Umgekehrt kann es bei falscher Handhabung sehr große Störungen im Produktionsprozess verursachen. Deshalb hält Takeda die Einhaltung der folgenden acht Regeln für unerlässlich:

- zu jedem Transportmedium gehört ein Kanban,
- bei der Entnahme des ersten Teils aus dem Behälter kommt das Kanban in den Briefkasten,
- der nachgelagerte Prozess holt sich die Teile beim vorgelagerten Prozess,
- es wird in der Reihenfolge produziert, in der der nachgelagerte Prozess heranzieht,
- es wird nur soviel produziert, wie vom nachgelagerten Prozess herangezogen wird,
- sobald Teile fehlen, muss eine Information an den vorgelagerten Prozess erfolgen,
- die Kanban Karten müssen von der Abteilung, in der sie verwendet werden, verwaltet werden,
- die Kanban Karten müssen wie bares Geld behandelt werden.

Abschließend definierte er die Spezialregel, dass keine Schlechteile weitergegeben werden dürfen.¹¹⁶

5.4.2.4 Vor- und Nachteile des Kanban

Wenn in einem Unternehmen die soeben beschriebenen Regeln eingehalten werden, ergeben sich einige Vorteile durch die Anwendung des Kanban Systems. Der bedeutendste Vorteil des Kanban Systems ist die Vermeidung der bereits erwähnten Überproduktion. Es soll nur das Material produziert werden, welches auch benötigt wird. Zu den weiteren Vorteilen kann man die einfache Bestimmung der aktuel-

¹¹⁵ Vgl. Dickmann, E. / Dickmann, P., (Kanban 2007), S. 11; Oeltjenbruns, H., (Organisation, 2000), S. 42.

¹¹⁶ Vgl. Takeda, H., (Produktionssystem 2009), S. 197-200.

len Materialbestände, die Reduzierung der Durchlaufzeiten, die mögliche Steuerung ohne ein EDV-System, die Kundenorientierung durch das Pull-Prinzip und die Standardisierung von einfachen Prozessen zählen.¹¹⁷

Die wesentlichen Nachteile ergeben sich aufgrund der geringen Pufferbestände in der Produktion. Treten Störungen auf, so kann es sehr schnell zu Produktionsverzögerungen oder Stillständen auf den nachgelagerten Produktionsstellen kommen. Schwankungen in den Produktionsmengen können nicht durch eine Erhöhung der Losgrößen, sondern lediglich mit einer Erhöhung der Auflagehäufigkeit der Materialien gesteuert werden. Dies kann meist nur durch Überstunden bewältigt werden.¹¹⁸

Die Vorteile des Kanban Systems lassen sich allerdings nur bei flussorientierter Produktion von homogenen Produkten erreichen. Bei der Werkstattfertigung, insbesondere bei heterogenen Kleinserien, stellt die Umsetzung erhebliche Probleme dar, da die Nachfrage nicht konstant ist und sich der Produktionsprozess oft als störanfällig erweist.¹¹⁹

6 Kritische Analyse der Lean Production

Der Leitgedanke, der sich durch die in Japan entwickelten Systeme und Methoden der Problemlösung zieht, stellt das Bestreben nach ständiger Verbesserung dar. Probleme sind in vielen Fällen funktionsübergreifend. Zusammenarbeit und gemeinsame Anstrengungen aller involvierten Bereiche sind dringend geboten und gehören in japanischen Unternehmen zum Unternehmensalltag. In westlichen Industrieländern werden funktionsübergreifende Probleme oft nur im Zusammenhang mit Konfliktlösungen betrachtet. Aus diesen unterschiedlichen Betrachtungsweisen resultiert der entscheidende Wettbewerbsvorteil der japanischen Firmen im Vergleich zu den westlichen Industrieunternehmen. Neben allen Arbeitsweisen und Strategien ist auch die Identifikation aller Mitarbeiter mit den Unternehmenszielen ein wesentlicher Erfolgsfaktor.¹²⁰

¹¹⁷ Vgl. Schulte, G., (Material- und Logistikmanagement 2001), S. 336; Dickmann, E. / Dickmann, P., (Kanban 2007), S. 12f.

¹¹⁸ Vgl. Schulte, G., (Material- und Logistikmanagement 2001), S. 336f.

¹¹⁹ Vgl. Hansmann, K.-W., (Industrielles Management 2006), S. 380f.

¹²⁰ Vgl. Brunner, F.J., (Erfolgskonzepte 2008), S. 139.

Durch die Veröffentlichung der MIT-Studie wurde die Lean Production zeitweise als Bedrohung der europäischen und amerikanischen Unternehmenskultur angesehen, da das Toyota Produktionssystem als großer Wettbewerbsvorteil verstanden wurde. Gleichzeitig wurden die Ergebnisse der Studie als Herausforderung gesehen, die es im Hinblick auf Adaptionsüberlegungen zu prüfen galt. Mit dem Wandel der Verkäufermärkte zu Käufermärkten sahen sich die Unternehmen immer mehr den Herausforderungen differenzierter Kundenwünsche gegenüber. Zusätzlich stieg die Notwendigkeit, flexibel, schnell und kostengünstig auf die einzelnen Kundenwünsche zu reagieren, um sich so am Markt behaupten zu können. Als Fazit dieser Überlegungen erschien das Lean Production Konzept als eine Lösung für eine kundenorientierte, flexible Produktion, welche schnell auf Kundenwünsche reagieren kann. Das Ziel der Lean Production ist es, durch den Einsatz einfacher Methoden und Werkzeuge, die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens zu ermöglichen.¹²¹

Bei den verschiedenen, in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Vorteilen der einzelnen Bausteine der Lean Production und des Toyota Produktionssystems stellt sich die Frage, warum es nur wenigen Unternehmen gelingt, die Grundsätze gleichermaßen erfolgreich umzusetzen. Bei vielen Unternehmen, die ihre Prozesse verschlanken wollen, werden Vorsätze schnell aufgegeben, wenn sich diese Unternehmen mit den Widrigkeiten des Arbeitsalltags auseinandersetzen. Die Umgestaltung zum schlanken Unternehmen ist laut Drew, McCallum und Roggenhofer als eine längere Reise zu betrachten. Viele Unternehmen geben diesen Umstellungsprozess vorzeitig auf, da er ohne Unterbrechung durchgeführt werden muss und sich erst nach vollständiger Umsetzung Erfolge abzeichnen können.¹²²

Brunner hingegen sieht den Erfolg vieler japanischer Managementtechniken in ihrer Einfachheit. Er gibt weiterhin an, dass diese Praktiken überall anwendbar sind, da der Erfolg mit den landeskulturellen Faktoren wenig zu tun hat.¹²³

Meines Erachtens ist es aber nicht so einfach, die stark japanisch geprägten Philosophien problemlos zu übertragen.

Auch andere Autoren gehen von der Annahme aus, dass die Philosophie der Lean Production außerhalb Japans zu nachhaltigen Veränderungen in der Fertigung führt,

¹²¹ Vgl. Kistner, K.-P. / Steven, M., (Produktionsplanung 2001), S. 331; Specht, D. / Stefanska, R., (Produktionskonzept 2009), S. 41.

¹²² Vgl. Drew, J. / McCallum, B. / Roggenhofer, S. (Unternehmen 2005), S 26f.

¹²³ Vgl. Brunner, F.J., (Erfolgskonzepte 2008), S. 139.

wenn es gelänge, dem Lean Konzept gemäÙe Rahmenbedingungen zu schaffen.¹²⁴ Erfahrungen solcher Übertragungen der Lean Philosophien in Europa und in den USA zahlen sich aus, wie einzelne in der vorliegenden Arbeit beschriebene Beispiele gezeigt haben. (Vgl. Kapitel 3 und 5)

Gegenwärtig haben Unternehmen in Europa und den USA, die ihre Betriebe auf schlanke Unternehmensorganisationen umgestellt haben, den festgestellten Rückstand in Form von schlechterer Qualität und geringerer Produktivität zu weiten Teilen aufgeholt. Dabei wurden wesentliche Bausteine der Lean Production Philosophie für die charakteristischen organisatorischen und kulturellen Bedingungen im Westen modifiziert, weil eine vollständige und unveränderte Übernahme des kompletten Lean Production Konzeptes in westlichen Industrieländern jedoch nicht durchführbar ist. Vielmehr wurden eigene Stärken beibehalten und durch einige Grundregeln und Bausteine der Lean Production ergänzt. Dadurch konnte die Produktionseffizienz gesteigert werden.¹²⁵

Das Konzept der Lean Production wurde von der Massenfertigung ausgehend für die variantenreiche Serienproduktion des japanischen Marktes entwickelt. Wie in der vorliegenden Arbeit herausgestellt wurde, war die vollständige Übernahme der Lean Philosophie für die westliche Industrie der Massenfertigung nicht möglich. Ebenso ist eine vollständige Übernahme aller Bausteine des Lean Production Konzeptes auf eine Werkstatt- oder Einzelfertigung -typische Fertigungsverfahren der auftragsbezogenen Fertigung (vgl. Kapitel 4)- nicht möglich. Einzelne Bausteine der Lean Production, wie beispielsweise die Teamarbeit oder die JIT Methode, sind aber, wenn auch teilweise nicht im vollen Umfang, umsetzbar. Die Erfüllungsgrade der einzelnen Bausteine sind bei diesen Fertigungsverfahren zwar oft nicht so stark ausgeprägt wie bei der Großserien- oder Massenfertigung, aber dem grundsätzlichen Einsatz der Bausteine stehen keine systemimmanente Hindernisse in Form von z.B. Nachfrageschwankungen im Wege.¹²⁶

Es zeigt sich, dass viele Unternehmen auch nach vielen Jahren der Euphorie um die Lean Production organisatorisch noch sehr weit vom Toyota Produktionssystem entfernt sind. Jones verdeutlicht dieses durch die Aussage, dass die westlichen

¹²⁴ Vgl. Adam, D., (Produktions-Management 1998), S. 89; Womack, J.P. / Jones, D.T. / Roos, D., (Revolution, 1994), S. 83f.

¹²⁵ Vgl. Bloech, J., (Produktion 2008), S. 359.

¹²⁶ Vgl. Specht, D. / Gruß, R., (Einzelfertigung 2009) S. 61; Specht, D. / Stefanska, R., (Produktionskonzept 2009), S. 41.

Industrieunternehmen mit der Nutzung ihres Potentials der schlanken Methoden noch ganz am Anfang stehen.¹²⁷

7 Schlussbetrachtung

Mit der Veröffentlichung des Buches *The Machine That Changed The World* und dem dort geprägten Begriff der Lean Production, lieferte das Massachusetts Institute of Technology den Beleg für die Überlegenheit der Japaner hinsichtlich Produktivität, Flexibilität, Schnelligkeit und Qualität. In der vorliegenden Arbeit wurde aufgezeigt, dass in Japan Güter mit erheblich geringerem Aufwand in ausgezeichneter und kundengerechter Qualität und Schnelligkeit produziert werden. Die japanischen Konzepte Kaizen, Total Quality Management, Just-in-Time und Kanban bestechen durch Einfachheit, Logik und konsequente Denk-, Vorgehens- und Handlungsweise. Außerdem werden sie durch die sich zielorientiert verhaltenden Mitarbeiter gestützt. Material befindet sich nur dort, wo es benötigt wird. Prozesse sind standardisiert, effektiv miteinander verkettet und nähern sich einer Null-Fehlerquote. Mitarbeiter werden effizient in einer Fließproduktion oder in Teams eingesetzt.¹²⁸

Wie im Kapitel 6 belegt wurde, sind die Rahmenbedingungen der Lean Production zu der Zeit des Aufschwungs der Massenproduktion entstanden und hauptsächlich dann für die Produktion geeignet, wenn ein Grundmodell besteht, welches variiert wird. Viele Beispiele lassen sich in der Automobilindustrie oder der Haushaltselektronik finden. Zudem sind Lean Bausteine für Branchen geeignet, in denen hohe Qualitätskonkurrenz unter den Wettbewerbern vorherrscht. Für viele Produktionszweige, wie beispielsweise der auftragsbezogenen Einzel- und Kleinserienfertigung im Bereich des Maschinenbaus, sind diese Rahmenbedingungen jedoch eher untypisch.

Nicht zuletzt wird dargelegt, dass die ganz spezielle Ausgangssituation der sozialen Strukturen und wirtschaftlichen Bedingungen in Japan die Entwicklungen der Lean Production wesentlich geprägt haben.

Somit kann festgestellt werden, dass die Übertragung der Lean Production Philosophien und Konzepte auf europäische Verhältnisse nicht nur mit Chancen sondern

¹²⁷ Vgl. Jones, D.T., (Produktion 2005), S. 160.

¹²⁸ Vgl. Neuhaus, R., (Produktionssysteme 2007), S. 33; Brunner, F.J., (Erfolgskonzepte 2008), S. 141.

auch mit gewissen Risiken verbunden ist. Der Erfolg der Lean Production lässt nicht automatisch den Schluss zu, dass eine Adaptierung auch in westlichen Industrieunternehmen oder in anderen Branchen als der Automobilindustrie, zu ähnlich positiven Resultaten führt.

Das Lean Production Konzept wurde zu einer Zeit entwickelt, in der Japan durch den zweiten Weltkrieg in einer enormen Wirtschaftskrise steckte. Meines Erachtens könnte das System der Lean Production auch heute in Zeiten von Kurzarbeit und konjunkturellen Schwächen helfen, um mit möglichst geringen Mitteln z.B. Flexibilität bei Nachfrageveränderungen zeigen zu können, um die Krise zu bewältigen. Allerdings sind die aktuellen Qualitätsprobleme von Toyota streng zu prüfen und gegebenenfalls einzelne Bausteine der Lean Production, wie das Total Quality Management, einer erneuten Betrachtung zu unterziehen.

Anhang

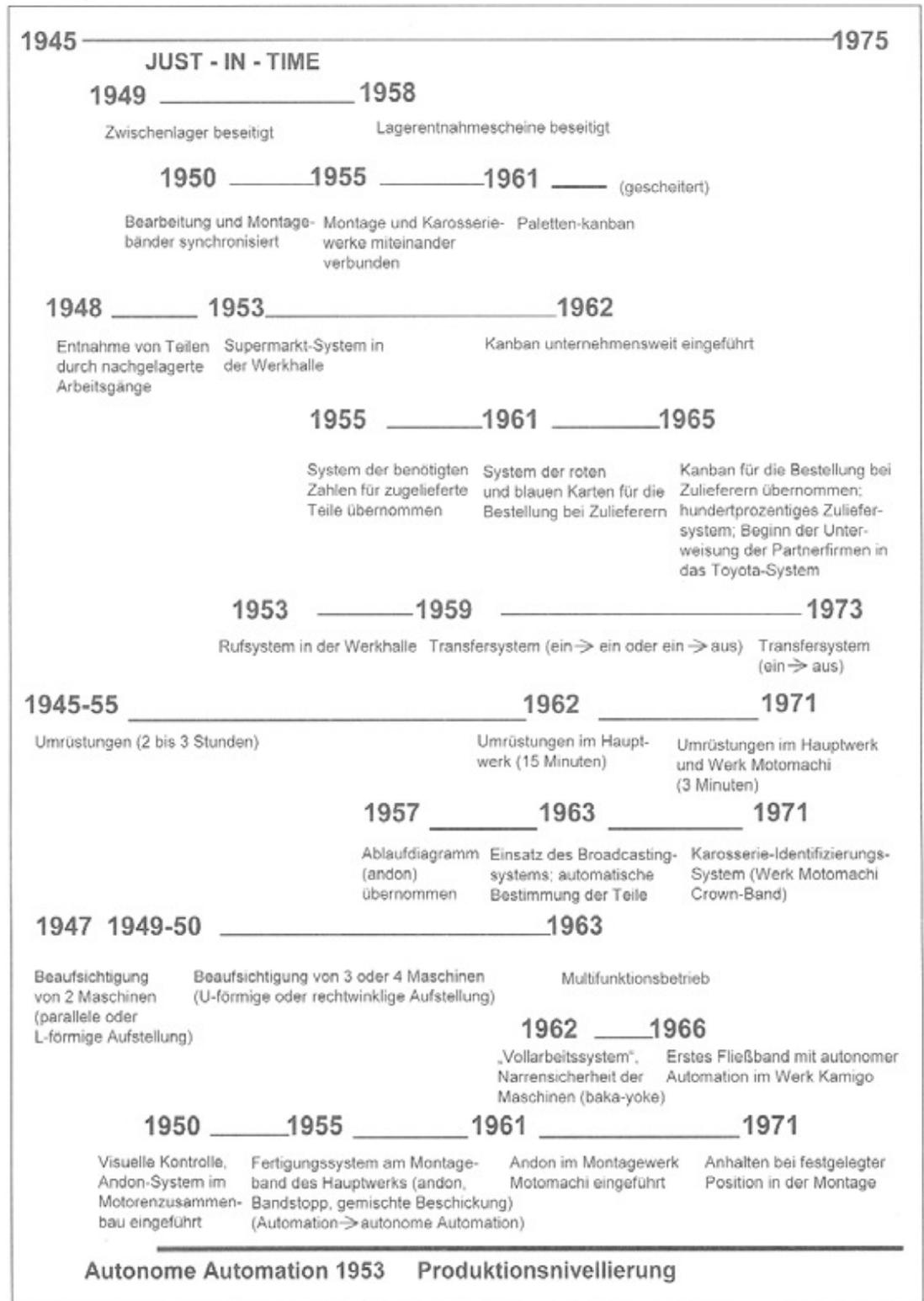


Abb. 1: Chronologie der Entwicklung des Toyota-Produktionssystems¹²⁹

¹²⁹ Vgl. Ohno, T., (Toyota-Produktionssystem 2009), S. 30f.

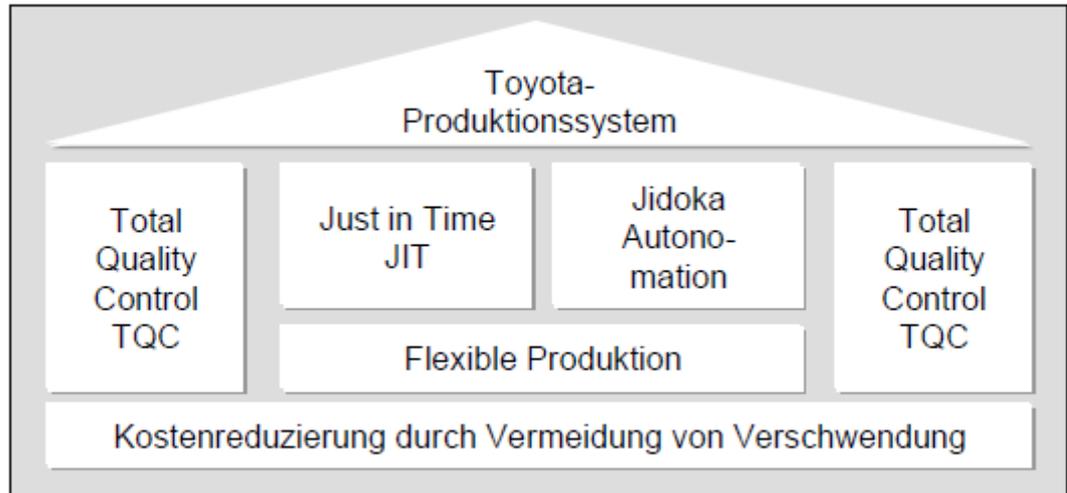


Abb. 2: Grundprinzipien des Toyota-Produktionssystems¹³⁰

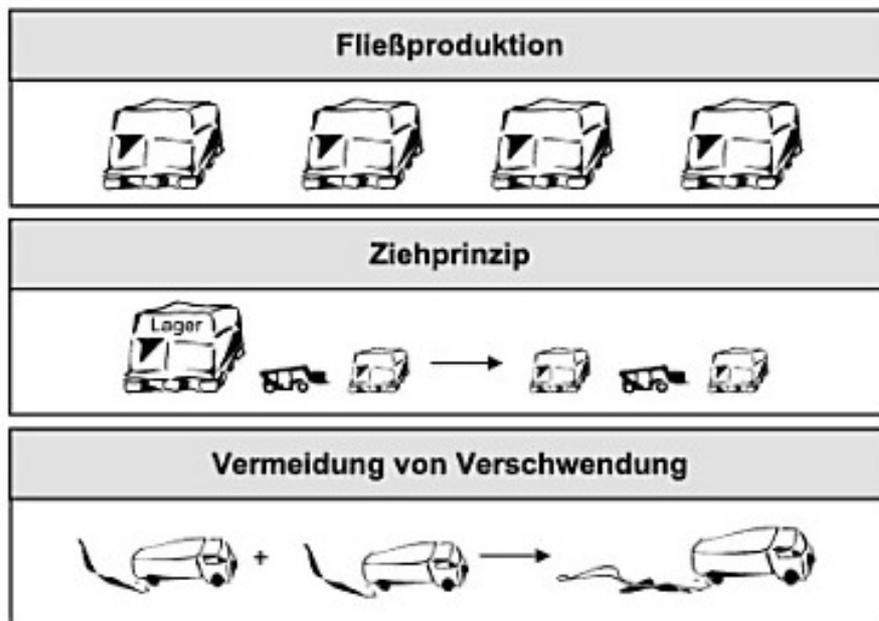


Abb. 4: Prinzipien der Lean Production¹³¹

¹³⁰ Vgl. Schultetus, W., (Praxisrelevanz 2004), S. 114.

¹³¹ Becker, T., (Prozesse 2008), S. 40.

Literaturverzeichnis

Buchquellen

Adam, Dietrich: Produktions-Management, 9., überarbeitete Auflage, Wiesbaden 1998.

Becker, Helmut: Phänomen Toyota, Erfolgsfaktor Ethik, Berlin, Heidelberg 2006.

Becker, Torsten: Prozesse in Produktion und Supply Chain optimieren, 2., neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Berlin, Heidelberg 2008.

Bloech, Jürgen (u.a.): Einführung in die Produktion, 6., überarbeitete Auflage, Berlin Heidelberg 2008.

Born, Marius / Eiselin, Stefan: Teams, Chancen und Gefahren, Grundlagen, Anwendung am Beispiel von Lean Management, 1. Aufl., Bern u.a. 1996.

Brunner, Franz J.: Japanische Erfolgskonzepte, KAIZEN, KVP, Lean Production Management, Total Productive Maintenance, Shopfloor Management, Toyota Production Management, Wien 2008.

Cattero, Bruno: Nicht nur Verschwendung - Über Redunanz und Slack in der schlanken Produktion, in: Cattero, Bruno, (u.a.): Zwischen Schweden und Japan, Lean Production aus europäischer Sicht, Münster 1995, S. 48-71.

Corsten, Daniel / Gabriel, Christoph: Supply Chain Management erfolgreich umsetzen, Grundlagen, Realisierung und Fallstudien, Berlin u.a. 2002.

Depkat, Volker: Geschichte Nordamerikas, Köln, Weimar, Wien 2008.

Dickmann, Eva / Dickmann, Philipp: Kanban - Element des Toyota Produktionssystems, in: Dickmann, Philipp (Hrsg.): Schlanker Materialfluss mit Lean Production, Kanban und Innovation, Berlin, Heidelberg 2007, S. 10-13.

Drew, John / McCallum, Blair / Roggenhofer, Stefan: Unternehmen Lean, Schritte zu einer neuen Organisation, Frankfurt/Main 2005.

Eversheim, Walter: Organisation in der Produktionstechnik, Bd. Arbeitsvorbereitung, 4., bearb. und korr. Aufl., Berlin u.a. 2002 .

Fitsch, Hellen: Beratung und Veränderung in Organisationen, Eine mikropolitische Untersuchung von Umsetzungsschwierigkeiten in Beratungsprozessen am Beispiel der Einführung von Lean Production in einem Automobilkonzern, Marburg 2007.

Geyer, Helmut / Ahrendt Bernd: Crashkurs BWL, 4., aktualisierte Auflage, Freiburg 2008.

Gröbner, Michael: Just-in-time (JIT), in: Dickmann, Philipp (Hrsg.): Schlanker Materialfluss mit Lean Production, Kanban und Innovation, Berlin, Heidelberg 2007, S. 14-17.

Hansmann, Karl-Werner: Industrielles Management, 8., völlig überarb. und erw. Aufl., München 2006.

Hentze, Joachim / Heinecke, Albert / Kammel, Andreas: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre aus Sicht des Managements, Bern, Stuttgart, Wien 2001.

Imai, Masaaki: Total-Quality-Management, in: Die besten Management-Tools, Strategie und Marketing, Frankfurt/Main 2005, S. 162-167.

Jeziorek, Olaf: Lean Production, Vergleich mit anderen Konzepten zur Produktionsplanung und -steuerung, Braunschweig, Wiesbaden 1994.

Jones, Daniel T.: Schlanke Produktion, in: Die besten Management-Tools, Strategie und Marketing, Frankfurt/Main 2005, S. 156-161.

Jürgens, Ulrich: Lean Production, in: Corsten, Hans (Hrsg.): Handbuch Produktionsmanagement, Strategie-Führung-Technologie-Schnittstellen, Wiesbaden 1994, S. 369-379.

Kaschke Components GmbH: Managementhandbuch der Kaschke Components GmbH und Kaschke Components Tunisie S.A.R.L. nach DIN EN ISO 9001:2008, Revision 03, 2010.

Kistner, Klaus-Peter / Steven, Marion: Produktionsplanung, 3., vollst. überarb. Aufl., Heidelberg 2001.

Klug, Florian: Logistikmanagement in der Automobilindustrie, Grundlagen der Logistik im Automobilbau, Berlin, Heidelberg 2010.

Kraus, Georg / Becker-Kolle, Christel / Fischer, Thomas: Handbuch Change-Management, Steuerung von Veränderungsprozessen in Organisationen, Einflussfaktoren und Beteiligte, Konzepte, Instrumente und Methoden, 2., überarb. Aufl., Berlin 2006.

Kummer, Sebastian (Hrsg.) / Grün Oskar / Jammernegg, Werner: Grundzüge der Beschaffung, Produktion und Logistik, 2., aktualisierte Auflage, München 2009.

Kurbel, Karl: Produktionsplanung und –steuerung, Methodische Grundlagen von PPS-Systemen und Erweiterungen, 5., durchges. und aktualisierte Aufl., München 2003.

Lacey, Robert: Ford, eine amerikanische Dynastie, Düsseldorf, Wien, New York 1987.

Laux, Helmut / Liermann, Felix: Grundlagen der Organisation, Die Steuerung von Entscheidungen als Grundproblem der Betriebswirtschaftslehre, 6. Auflage, Berlin, Heidelberg, New York 2005.

Liker, Jeffrey K.: Der Toyota Weg, 14 Managementprinzipien des weltweit erfolgreichsten Automobilkonzerns, 4., leicht veränderte Auflage, München 2007.

Miki-Horke, Gertraude: Industrie- und Arbeitssoziologie, 6., vollständig überarbeitet Auflage, München 2007.

Neuhaus, Ralf: Produktionssysteme, Entstehung - Aufbau - Implementierung, Bergisch Gladbach 2007.

Oeltjenbruns, Henning: Organisation der Produktion nach dem Vorbild Toyotas, Analyse, Vorteile und detaillierte Voraussetzungen sowie die Vorgehensweise zur erfolgreichen Einführung am Beispiel eines globalen Automobilkonzerns, Aachen 2000.

Ohno, Taiichi: Das Toyota-Produktionssystem, Frankfurt/Main 2009.

Pfeiffer, Werner / Weiss, Enno: Lean-Management, Grundlagen der Führung und Organisation lernender Unternehmen, 2., überarb. und erw. Aufl., Berlin 1994.

Reitz, Andreas: Lean TPM, In 12 Schritten zum schlanken Managementsystem, München 2008.

Sanders, Karin / Kianty, Andrea: Organisationstheorien, eine Einführung, Wiesbaden 2006.

Scheel, Björn / Chilian, Andrea: Schlanke Logistik- und Produktionsmethoden, in: Garcia Sanz, Francisco J. / Semmler, Klaus / Walther, Johannes, Die Automobilindustrie auf dem Weg zur globalen Netzwerkkompetenz, Effiziente und flexible Supply Chains erfolgreich gestalten, Berlin Heidelberg 2007, S. 299-322.

Schmelzer, Hermann / Sesselmann, Wolfgang: Geschäftsprozessmanagement in der Praxis, Kunden zufrieden stellen, Produktivität steigern, Wert erhöhen, 6., vollst. überarb. und erw. Aufl., München 2008.

Schuh, Günther / Schmidt, Carsten: Prozesse, in: Schuh, Günther (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung, Grundlagen, Gestaltung und Konzepte, 3., völlig neu bearbeitete Auflage, Berlin, Heidelberg, New York 2006, S. 108-194.

Schulte, Gerd: Material- und Logistikmanagement, 2., wesentl. erw. und verb. Aufl., München Wien Oldenbourg 2001.

Schultetus, Wolfgang: Praxisrelevanz arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse - Anforderungen an die Unternehmen und wirtschaftlicher Nutzen (Diss.), Chemnitz 2004.

Schultheiß, Wilhelm: LEAN-Management, Strukturwandel im Industriebetrieb durch Umsetzung des Management-Ansatzes, Renningen-Malsheim 1995.

Seiffert, Reinhard: Die Ära Gottlieb Daimlers, Neue Perspektiven zur Führungsgeschichte des Automobils und seiner Technik, Wiesbaden 2009.

Specht, Dieter / Stefanska, Renata: Lean Production als Produktionskonzept für die Unikat- und Einzelfertigung, in: Specht, Dieter (Hrsg.): Weiterentwicklung der Produktion: Tagungsband der Herbsttagung 2008 der Wissenschaftlichen Kommission Produktionswirtschaft im VHB, 1. Aufl., Wiesbaden 2009, S. 31-42.

Steinkühler, Mirko: Lean production, Das Ende der Arbeitsteilung?, München, Mering 1995.

Stratton, Julius A. / Mannix, Loretta H.: Mind and Hand, The Birth of MIT, Cambridge 2005.

Syska, Andreas: Produktionsmanagement, Das A-Z wichtiger Methoden und Konzepte für die Produktion von heute, 1. Aufl., Wiesbaden 2006.

Takeda, Hitoshi: Das synchrone Produktionssystem, Just-in-Time für das ganze Unternehmen, 6., aktualisierte Auflage, München 2009.

Töpfer, Armin: Lean Management und Six Sigma: Die Wirkungsvolle Kombination von zwei Konzepten für schnelle Prozesse und fehlerfreie Qualität, in: Töpfer, Armin (Hrsg.): Lean Six Sigma, Erfolgreiche Kombination von Lean Management, Six Sigma und Design for Six Sigma, Berlin, Heidelberg 2009, S. 25-68.

Vahrenkamp, Richard: Produktionsmanagement, München 2008.

Völling, Thomas: Auftragsbezogene Planung bei variantenreicher Serienproduktion, Eine Untersuchung mit Fallstudien aus der Automobilindustrie, Wiesbaden 2009.

Vollmer, Lars: Schnelle und Wirkungsvolle Verbesserung des gesamten Wertschöpfungsprozesses mit Wertstromdesign, in: Töpfer, Armin (Hrsg.): Lean Six Sigma, Erfolgreiche Kombination von Lean Management, Six Sigma und Design for Six Sigma, Berlin, Heidelberg 2009, S. 137-158.

Werner, Claudia: Unternehmenskultur und betriebliche Strukturen, Darstellung der Gestaltungsmöglichkeiten und Anwendung der Analyse auf die Lean Production (Diss.), Lüneburg 1998.

Werner, Hartmut: Supply Chain Management, Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling, 2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Wiesbaden 2002.

Wiendahl, Hans-Peter: Betriebsorganisation für Ingenieure, 6., aktualisierte Auflage, München, Wien 2008.

Womack, James P. / Jones, Daniel T. / Roos, Daniel: Die zweite Revolution in der Autoindustrie, Konsequenzen aus der weltweiten Studie aus dem Massachusetts Institute of Technology, 8., durchges. Aufl., Frankfurt/Main, New York 1994.

Fachzeitschriften

Rumpelt, Tina: ‚Lean‘ besser durch die Krise?, in: Automobil-Produktion, Das Wirtschaftsmagazin für die Automotive-Elite, Dezember 2009, Ausgabe 12, S. 20-21.

Rumpelt, Tina: Gewappnet für ungewisse Zeiten, in: Automobil-Produktion, Das Wirtschaftsmagazin für die Automotive-Elite, Oktober 2009, Ausgabe 10, S. 26-28.

Specht, Dieter / Gruß, Renata: Lean Production: Anwendungsvoraussetzungen in der Einzelfertigung, in: Productivity Management, Kompetenz in Produktion und Logistik, Band 14 (2009), Heft 4, S. 58-61.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe. Ich versichere auch, dass ich bei allen Gedanken, Befunden und anderen Inhalten, die nicht von mir stammen, direkt vor Ort auf die entsprechenden Quellen verwiesen habe. Alle wörtlichen Zitate sind als solche kenntlich gemacht.

Göttingen, den 26.04.2010

Matthias Sommer