

Leseprobe

Markus Schneider

Lean Factory Design

Gestaltungsprinzipien für die perfekte Produktion und Logistik

ISBN (Buch): 978-3-446-44995-4

ISBN (E-Book): 978-3-446-45006-6

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-44995-4>

sowie im Buchhandel.

# Vorwort

„Die perfekte Produktion“ – diese Vision bewegt und motiviert mich seit fast 15 Jahren bei der Suche nach organisatorischen und technischen Lösungen für eine optimale Produktion und Logistik. Mein Fokus liegt hierbei auf der Produktionslogistik. Um dieser Vision näher zu kommen, habe ich 2008 das Kompetenzzentrum PuLL (Produktion und Logistik) an der Hochschule Landshut gegründet. 2010 habe ich dort eine Musterfabrik zum Thema Lean auf ca. 200 m<sup>2</sup> errichtet. Aus dieser Keimzelle ist inzwischen das Technologiezentrum Produktions- und Logistiksysteme hervorgegangen. Im April 2016 konnten wir ein Gebäude mit 2700 m<sup>2</sup> einweihen, in dem alle Aktivitäten der Hochschule Landshut rund um die Produktionslogistik zusammengefasst werden. Die Stadt Dingolfing hat hierfür 11,5 Mio. Euro zur Verfügung gestellt. Unsere über 20 Partnerunternehmen steuerten nochmals über 1 Mio. Euro in Form von Fabrikausrüstung bei. Es stehen Seminarräume für 200 Personen, Büroräume für 33 Mitarbeiter und Professoren und sechs Labore zur Verfügung. Den Kern bildet die Muster- und Lernfabrik mit 900 m<sup>2</sup>. Diese Musterfabrik dient der Erforschung neuer Prozesse und Technologien in der Produktionslogistik und bildet die Basis für die Aus- und Weiterbildung der Studierenden und Unternehmensvertreter. Mit der vorhandenen Ausrüstung, der Größe und dem Fokus auf Produktionslogistik ist diese Anlage einzigartig.

Unsere Mission am TZ PULS ist, mit unserem Wissen rund um die Produktionslogistik, einen Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen der Region zu leisten und so Wertschöpfung und damit Arbeitsplätze in einem Hochlohnstandort zu sichern. Dieses Wissen habe ich mithilfe des „Landshuter Produktionssystems“ strukturiert. In diesem Buch möchte ich die Prinzipien zur Gestaltung eines Lean orientierten Produktionssystems ausarbeiten und darstellen. Diese bilden eine wichtige Basis zur Orientierung beim Aufbau und täglichen Betrieb eines Lean-Produktionssystems für Planer und Manager. Neben den mittlerweile weithin bekannten Methoden (Wertstromanalyse, 5S, SMED usw.) sind diese Prinzipien unerlässlich, um ständige und immer wiederkehrende Diskussionen innerhalb der Organisationen zu vermeiden, welche nun die richtige Entscheidung sei.

Aus meiner Sicht können derartige Entscheidungen nicht alleine kostenorientiert begründet werden. Dies mag zwei Ursachen haben: Zum einen erfassen Kosten bei weitem nicht die gesamte relevante Realität. Beispielsweise fließen Faktoren, wie die Durchlaufzeit, in kostenorientierte Entscheidungen kaum bis gar nicht ein. Zum Zweiten neigen wir dazu, „Zwischenstände“, die zur Erreichung eines Endzustands notwendig sind, immer und immer wieder zu hinterfragen und kostenrechnerisch begründen zu wollen. Als Beispiel mag hier der Umgang mit Rüstzeitreduzierungen genannt sein, der in Kapitel 9.3 ausführlich diskutiert wird. Soll die Zeiteinsparung wirklich für öfteres Rüsten genutzt werden? Dann ist ja nur eine marginale Kosteneinsparung für eine Bestandsreduzierung ausweisbar. Wenn wir aber noch ein Produkt in der frei gewordenen Zeit auf die Anlage legen, dann kann ich etwas ausweisen. Leider ist die Erhöhung der Anzahl der Rüstvorgänge aber essenziell, wenn man jemals die „Rüstzeit Null“ und damit den One-Piece-Flow erreichen will, völlig egal, was die Kostenrechnung zum jetzigen Zeitpunkt ausweist.

An der Erstellung dieses Buchs haben wir fast zweieinhalb Jahre gearbeitet. Es flossen die Erfahrungen aus acht Jahren, Lean-Schulungen für über 2500 Personen, Praxisprojekten bei über 30 Unternehmen und aus fünf Dissertationen rund um das Thema Lean ein. Für die Unterstützung bei den Recherchen, der Erstellung der Abbildungen und als Sparringspartner zur Diskussion der Inhalte, möchte ich mich bei den Herren *Mathias Michalicki*, *Alexander Schubel*, *Severin Schmitt* und *Josef Ebermayer* bedanken. Für die vielen Aufnahmen aus meiner Muster- und Lernfabrik gilt mein Dank den Fotografen von Filling Frames. Ich wünsche viel Spaß bei der Lektüre. „Das große Ziel der Bildung ist nicht Wissen, sondern Handeln“ (*Aldous Huxley*).

Die Autoren, Juli 2016

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>V</b>
<b>Über den Autor</b> .....	<b>XV</b>
<b>TEIL I Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>TEIL II Lean verstehen</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Fallstudie: Massenproduktion vs. Prozessorientierung</b> .....	<b>11</b>
1.1 Fallstudie Teil 1 .....	11
1.2 Analyse der Fallstudie .....	13
1.3 Fallstudie Teil 2: Lösungsvorschläge .....	16
1.4 Analyse der Lösungsvorschläge .....	17
<b>2 Massenproduktion: Einzeloptimierung der Systemteile</b> .....	<b>19</b>
2.1 Zentrale Methode – das REFA-Verfahren .....	20
2.2 Leitidee: Einzeloptimierung der Systemteile .....	22
2.3 Weltbild der Massenproduktion: Die Welt ist eine Maschine .....	22
2.4 Die Auswirkungen dieser Leitidee .....	24
2.4.1 Hohe Bestände verursachen lange Durchlaufzeiten .....	24
2.4.2 Das Durchlaufzeitsyndrom – ein Teufelskreis aus Einzeloptimierungen .....	25
2.4.3 Schlechte Termintreue durch stark schwankende Durchlaufzeiten .....	27
2.5 Häufiger Lösungsansatz: EDV – Just push harder .....	30

<b>3</b>	<b>Warum die Konzepte der Massenproduktion nicht mehr funktionieren</b> .....	<b>33</b>
3.1	Individualisierungstrend – Anzahl der Varianten steigt .....	33
3.2	Entwicklung einer qualifizierten Zulieferindustrie – Materialkostenanteil steigt .....	34
3.3	Höhere Mitarbeiterqualifikation – Arbeitsteilung reduzierbar? .....	35
3.4	Steigende Volatilität – hohe Reaktionsfähigkeit erforderlich .....	36
3.5	Zusammenfassung .....	37
<b>4</b>	<b>Lean Production: Prozessorientierung</b> .....	<b>39</b>
4.1	Die acht systemischen Grundprinzipien: Skigebietanalogie .....	39
4.2	Von der Wursthaut zum Stahlrohr .....	42
4.3	Vom Trichtersystem zum Rohrsystem .....	43
4.4	Zusammenfassung .....	44
<b>5</b>	<b>Warum sind dann nicht längst alle Unternehmen Lean?</b> .....	<b>47</b>
5.1	Effekte werden nicht erkannt .....	47
5.1.1	„Schleichende“ Veränderungen .....	47
5.1.2	Überlagerung von Effekten .....	50
5.1.3	Verteilung der Verantwortung .....	51
5.2	Effekte werden erkannt, aber nichts wird geändert .....	51
5.2.1	Existenz von Realzwängen .....	51
5.2.2	Sicherheitsdenken .....	52
5.2.3	Fixierung auf kostenorientierte Entscheidungsfindung .....	52
5.2.4	Investitionsscheu und Kostenstellengerangel .....	54
5.3	Effekte wollen nicht erkannt werden .....	55
5.3.1	Selektive Wahrnehmung und Kontrollillusion .....	55
5.3.2	Gruppeninteressen und Machtverlust .....	56
5.3.3	Die Triade – Unternehmen, Hochschulen und Softwareanbieter .....	56
	<b>TEIL III Produktionssysteme</b> .....	<b>59</b>
<b>6</b>	<b>Das Toyota-Produktionssystem (TPS) – das Original</b> .....	<b>63</b>
6.1	Die Grundsätze der Lean Production – das TPS-Haus .....	63
6.2	Der Kern des TPS – die Beseitigung von Verschwendungen .....	64
6.2.1	Die drei Verlustarten .....	64
6.2.2	Wertschöpfung und Verschwendung .....	65

6.2.3	Die sieben Arten der Verschwendung .....	66
6.2.4	Kontinuierliche Verbesserung (KVP) und die Mitarbeiter .....	68
6.3	Das Fundament des TPS-Hauses .....	69
6.3.1	Heijunka .....	69
6.3.2	Stabile und standardisierte Prozesse .....	69
6.3.3	Visuelles Management .....	71
6.4	Die Säulen des TPS-Hauses .....	72
6.4.1	Just-in-time (JIT) .....	72
6.4.2	Jidoka .....	73
6.5	Die zentrale Methode: Das Wertstromdesign .....	74
6.6	Kritik am TPS .....	77
<b>7</b>	<b>Das Landshuter Produktionssystem (LPS): Clean Production – Lean &amp; Clean .....</b>	<b>79</b>
7.1	Das Produktionssystem – abstrakte Beschreibung auf Basis von Prinzipien .....	80
7.2	Referenzproduktionssystem – das Rad nicht jedes Mal neu erfinden ..	82
7.3	Werte & Ziele – Basis zur Entscheidungsfindung .....	83
7.4	Prinzipien – eine geeignete Form der Wissensvermittlung .....	85
7.5	Methoden und Werkzeuge – das Handwerkszeug für den Planer .....	91
7.6	Operative Leistungserstellung – Muster- und Lernfabrik als Best Practice .....	92
7.7	Systemdenken – Sicherung der Konsistenz des Systems .....	94
7.7.1	Das systemisch-evolutionäre Weltbild .....	94
7.7.2	Das PPRL-Modell zur Systemabgrenzung .....	97
7.7.3	Konsistenzprüfung aus systemischer Sicht .....	101
<b>TEIL IV</b>	<b>Lean Production .....</b>	<b>103</b>
<b>8</b>	<b>Lean Production-Prinzipien .....</b>	<b>105</b>
<b>9</b>	<b>Arbeitsplatz .....</b>	<b>107</b>
9.1	Arbeitsplatzgestaltung .....	107
9.1.1	Arbeitsplatzgestaltung mit MTM (Methods Time Measurement)	107
9.1.1.1	Vorteile von MTM .....	109
9.1.1.2	Kritik an MTM .....	111
9.1.2	Beidhandarbeit .....	112
9.1.3	Andon .....	113

9.2	One-Piece-Flow .....	116
9.3	Rüstzeit Null .....	118
9.4	Poka Yoke .....	120
9.5	Intelligente Material- und Werkzeugbereitstellung .....	122
9.5.1	Materialbereitstellung von vorne .....	122
9.5.2	One-touch-one-motion .....	125
9.5.3	Schattenbrett .....	126
9.5.4	Ein-Punkt-Abgriff .....	127
9.5.5	Werkerdreieck .....	128
9.5.6	Injektionsprinzip .....	130
9.6	Standardarbeitsblatt zur Dokumentation .....	134
<b>10</b>	<b>Produktionsbereich .....</b>	<b>137</b>
10.1	Taktabstimmung am Kundentakt .....	137
10.2	Chaku-chaku .....	140
10.3	Engpassorientierung .....	145
10.4	Genryou Management .....	147
10.4.1	Skalierbarkeit (Capital Linearity) .....	150
10.4.2	Shojinka (Labor Linearity) .....	152
10.5	Chirurgen-Krankenschwester-Prinzip .....	155
<b>11</b>	<b>Informationsfluss .....</b>	<b>159</b>
11.1	Visuelle Bestandskontrolle .....	159
11.2	Heijunka .....	159
11.3	Führen vor Ort (Gemba) .....	163
11.3.1	Warum Führen vor Ort? .....	164
11.3.2	Auswirkungen des Shopfloormanagements auf den Managementkreislauf .....	164
11.3.3	Elemente des Shopfloormanagements .....	165
11.3.3.1	Vor-Ort-Führen .....	165
11.3.3.2	Abweichungen erkennen .....	166
11.3.3.3	Probleme nachhaltig lösen .....	166
11.3.3.4	Ressourceneinsatz optimieren .....	167
11.4	Tracking und Tracing .....	167
11.4.1	Potenziale durch den Einsatz von RTLS .....	168
11.4.2	Layout based Order Steering - LOS 1 .....	169
11.4.3	Alleinstellungsmerkmale der echtzeitbasierten Auftragssteuerung .....	171

11.4.3.1	Kundenauftrag wird direkt verfolgt .....	171
11.4.3.2	Smart Layout .....	172
11.4.3.3	Ereignisorientierung .....	172
<b>12</b>	<b>Gesamtkonzept einer Lean Production .....</b>	<b>173</b>
<b>TEIL V</b>	<b>Lean Logistic .....</b>	<b>175</b>
<b>13</b>	<b>Lean Logistic-Prinzipien .....</b>	<b>177</b>
<b>14</b>	<b>Interne Logistik .....</b>	<b>179</b>
14.1	Durchlaufregale .....	179
14.2	Line Runner .....	180
14.3	Intelligente Behälterkonzepte .....	182
14.3.1	Behälterauswahl .....	182
14.3.2	Behälterplanung .....	184
14.3.3	1:1-Tausch Voll- und Leergut .....	185
14.3.4	Klappbare Behälter .....	185
14.3.5	Mitlaufende Wagen und Sequenzbehälter .....	186
14.4	Staplerarme Logistik .....	186
14.5	Getakteter Routenverkehr .....	187
14.5.1	Taxis-System vs. Bus-System .....	188
14.5.2	Umsetzungsmöglichkeiten von getakteten Routenverkehren ...	190
14.5.2.1	Routenzüge .....	191
14.5.2.2	Low Cost FTS (Fahrerloses Transport-System) .....	194
14.5.2.3	Transportroboter .....	195
14.6	Kreuzungsfreier Verkehr .....	196
14.6.1	Einbahnstraßenverkehre .....	196
14.6.2	Synchronisierter Behälterinhalt .....	197
14.7	Haltepunktoptimierung .....	198
14.8	Bandnaher Supermarkt .....	199
14.8.1	Umpacken/Downsizing (GLT $\Rightarrow$ KLT) .....	201
14.8.2	Vereinzeln (KLT-Gebinde $\Rightarrow$ KLT) .....	202
14.8.3	Behälterlose Bereitstellung .....	202
14.8.4	Set-Bildung .....	203
14.8.5	Sequenzierung .....	204
14.8.6	Umsetzungsmöglichkeiten von Supermärkten .....	204
14.8.6.1	Teileanordnung im Supermarkt .....	204
14.8.6.2	Auswahl der Kommissionierverfahren und -methoden ..	206



14.8.6.3 Auswahl der Beireitstelltechnik .....	208
14.8.6.4 Auswahl der Trolley-/Bodenroller-Technologie .....	209
14.9 Integrierte Lagersysteme .....	211
14.9.1 Stellung der Lager im Wertschöpfungsprozess .....	211
14.9.2 Lagertypen und -formen .....	212
14.9.3 Vorgehensweise zur integrierten Lagersystemplanung .....	214
14.10 Gesamtkonzept einer internen Logistik .....	216
<b>15 Externe Logistik .....</b>	<b>219</b>
15.1 Null-Wartezeit Be- und Entladung .....	219
15.2 Warehouse on Wheels .....	220
15.3 Trailer Yard .....	222
15.4 Externe Transportkonzepte .....	223
15.4.1 Direktanlieferung (Komplettladung) .....	224
15.4.2 Gebietsspediteurwesen .....	224
15.4.3 Sammelrundtouren (Milkrun) .....	226
15.4.4 Auswahl externer Transportkonzepte .....	227
15.5 Frachtraumoptimierung .....	228
15.6 Cross Docking .....	229
15.7 Gesamtkonzept einer externen Logistik .....	230
<b>16 Lieferanten .....</b>	<b>233</b>
16.1 Vorgezogener Wareneingang .....	233
16.2 Vendor Managed Inventory .....	234
16.2.1 Vorstufe I: Gemeinsame Lagerführung .....	234
16.2.2 Vorstufe II: Einstufige Lagerhaltung .....	235
16.2.3 Vorstufe III: Konsignationslager .....	235
16.2.4 Endstufe: Vendor Managed Inventory .....	236
16.2.5 Übersicht Lagerhaltungsorganisation .....	236
16.3 Industrieparkkonzept .....	238
16.4 Gelebte Partnerschaft .....	238
<b>17 Informationsfluss und Materialsteuerung .....</b>	<b>241</b>
17.1 Pullorientierte Abrufe .....	242
17.1.1 Grundlagen von Kanban .....	242
17.1.2 Kanban-Regeln .....	243
17.1.3 Ablauf eines Kanban-Regelkreises .....	244
17.1.4 Einfache Signalgenerierung .....	246

17.1.5	Auslegung eines Kanban-Regelkreises .....	246
17.1.6	Lieferanten-Kanban .....	249
17.1.7	Umsetzungsmöglichkeiten von Kanban .....	249
17.1.8	Der Bullwhip-Effekt .....	250
17.1.9	Verbrauchsgesteuerte Bedarfsermittlung .....	252
17.2	Hauptstrang steuert Nebenstrang .....	253
17.2.1	Plangesteuerte Bedarfsermittlung .....	253
17.2.2	Golfball-Steuerung .....	254
17.3	Perlenkettenprinzip .....	255
17.4	Tracking und Tracing .....	256
17.4.1	Laufleistungsüberwachung für („dumme“) Routenzug- Anhänger .....	256
17.4.2	Permanente Materialflussoptimierung .....	257
<b>18</b>	<b>Gesamtkonzept einer Lean Logistic .....</b>	<b>259</b>
<b>TEIL VI</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>263</b>
<b>19</b>	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>265</b>
<b>20</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>271</b>
<b>21</b>	<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>275</b>

# Über den Autor

**Prof. Dr. Markus Schneider**



Derzeitige Tätigkeiten:

- Professur für Logistik, Material- und Fertigungswirtschaft an der Hochschule Landshut, [www.haw-landshut.de](http://www.haw-landshut.de),
- Wissenschaftlicher Leiter Technologiezentrum PULS (Produktions- und Logistiksysteme), [www.tz-puls.de](http://www.tz-puls.de),
- Leiter Kompetenzzentrum PuLL<sup>®</sup> (Produktion und Logistik Landshut), [www.p-u-l-l.de](http://www.p-u-l-l.de),
- Studiengangsleiter Master „Prozessmanagement & Ressourceneffizienz“, [www.master-pmr.de](http://www.master-pmr.de),
- Geschäftsführender Gesellschafter PuLL Beratung GmbH, [www.pull-beratung.de](http://www.pull-beratung.de),
- Prokurist und Gesellschafter der Technologiezentrum Dingolfing GmbH (Institut der Hochschule Landshut), [www.tz-ding.de](http://www.tz-ding.de).

Aufgabengebiete:

- Materialflussoptimierung,
- Produktionsoptimierung,
- Fertigungsoptimierung,
- Prozessoptimierung,
- Lean Factory Design und Fabrikplanung,
- Industrie 4.0 und Digitale Fabrik.

Berufserfahrung:

- Umfangreiche Beratungserfahrung in zahlreichen Unternehmen und verschiedenen Branchen und Schulung mehrerer Tausend Teilnehmer mit den Themen Einführung von Lean in Produktion und Logistik, Aufbau und Einführung von Produktionssystemen und Fabrik- und Materialflussplanung (siehe [www.pullberatung.de](http://www.pullberatung.de)).
- Leitung mehrerer Forschungsprojekte zu den Themen Lean (Aufbau eines Referenzproduktionssystems für den Mittelstand/Controlling for Lean usw.) und Industrie 4.0 (Einsatz eines Real Time Location-Systems zur Digitalisierung von Bewegungsdaten und ortsungsbasierten Produktionssteuerung) als Professor für Logistik, Fertigungs- und Materialwirtschaft.
- Berufsbegleitende Promotion zum Thema „Logistikplanung in der Automobilindustrie“. Entwicklung einer Planungsmethodik für die Logistik im Rahmen der Digitalen Fabrik und Konzeptionierung als Software. Die Arbeit bildet heute die Basis für die Logistikhösung im Rahmen der „Siemens PLM Software“.
- Mehrjährige Tätigkeit als Logistikplaner für die Fahrzeugmodellreihe A3 bei der AUDI AG an der Schnittstelle zwischen Technischer Entwicklung, Montageplanung und Logistikplanung, Logistikvertreter im SE-Team.
- Ausbildung zum Speditionskaufmann.

# 5

## Warum sind dann nicht längst alle Unternehmen Lean?

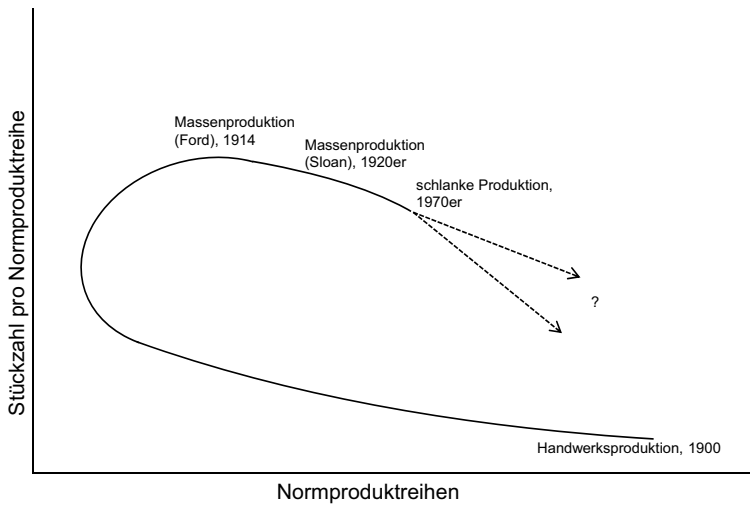
Wenn nun Lean Production für alle im Vorstehenden aufgezeigten Probleme eine Lösung bieten soll, muss man sich die Frage stellen, warum das nicht alle Unternehmen erkannt haben und schon längst „Lean“ sind. Auf diese Frage gibt es eine ganze Reihe von Antworten.

### ■ 5.1 Effekte werden nicht erkannt

Betrachten wir zunächst den Fall, dass Effekte in Unternehmen überhaupt nicht erkannt werden. Somit können auch keine geeigneten Maßnahmen ergriffen werden. Man spricht hier auch häufig von einem *Wahrnehmungsdefekt*.

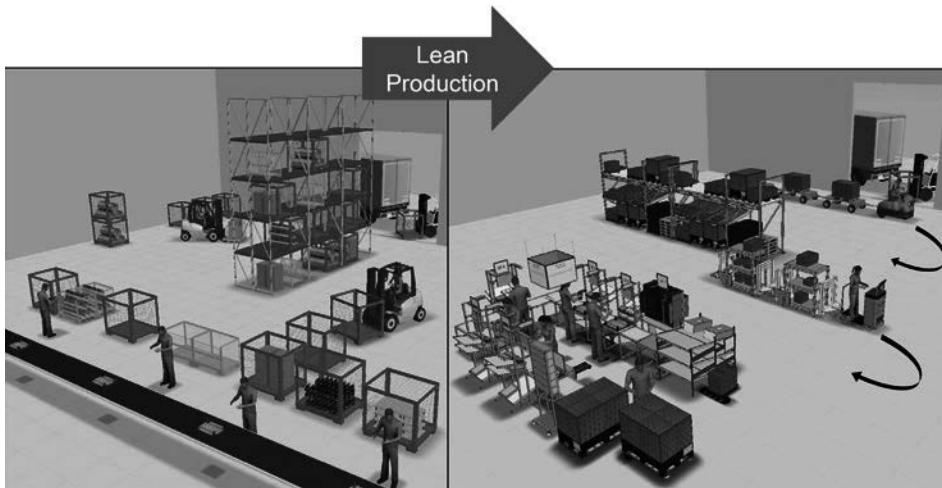
#### 5.1.1 „Schleichende“ Veränderungen

Ausgehend von der handwerklichen Produktion vor dem ersten Weltkrieg (geringe Stückzahlen, große Anzahl an Normproduktreihen), sank die Anzahl der produzierten Normproduktreihen, während die Stückzahlen pro Normproduktreihe stark stiegen. Dies kulminierte in der industriellen Massenproduktion von *Henry Ford*. Ihm wird der Ausspruch zugeschrieben: „Sie können das Model-T in jeder Farbe haben, solange sie schwarz ist.“ (zitiert nach Erlach 2007, S. 13).



**Bild 5.1** Produktionskonzepte und Individualisierungstrend (in Anlehnung an Pfeiffer/Weiss 1992, S. 53)

Das Modell T wurde 15 Mio. Mal gebaut, war technisch äußerst einfach und verfügte nur über sehr wenige Varianten. Genau für ein derartiges Produkt hatte *Ford* sein Produktionssystem erfunden. Die Basis der Massenproduktion war die Fließfertigung. Einer der zentralen Grundsätze dieses Produktionssystems lautete: Große Lose eines Teils herstellen, um Kosten durch Werkzeugrüstung zu sparen. Die fertiggestellten Produkte wurden dann bis zu ihrem Verkauf gelagert (vgl. Ohno 1993, S. 132 f.). Eine typische Massenproduktion findet sich in Bild 5.2 auf der linken Seite. Mit Gabelstaplern werden große Behälter mit vielen Teilen Inhalt (beispielsweise 500 Bauteilen) an eine lange Montagelinie gefahren. Solange nur eine Variante gefertigt wird, ist dieses System äußerst effizient. Aber stellen Sie sich vor, dass beispielsweise 20 Farbvarianten vom Kunden verlangt werden (Es will nicht jeder das Modell T in Schwarz!). Das bedeutet, dass wir in diesem System 20 Gitterboxen mit jeweils 500 Teilen Inhalt an die Montagelinie stellen müssen. Das benötigt zum einen viel Fläche. Der Werker hat somit extrem lange und schwankende Laufwege (je nachdem, zu welchem Behälter er gerade gehen muss). Weiterhin haben wir massive Bestände im System geschaffen. Da üblicherweise ein Zwei-Behälter-System angewendet wird, stehen in unserem Beispiel alleine an der Montagelinie 20 Farben mit je zwei Behältern à 500 Teilen. Das ergibt einen Bestand von 20 000 Teilen an der Montagelinie. Wir stellen fest: Das Massenproduktionssystem wird mit steigender Anzahl Varianten zu einem Verschwendungssystem (Fläche und Bestand).



**Bild 5.2** Ein Vergleich einer typischen Massenproduktion (links) und einer typischen Lean Production (rechts)

Das Lean Production-System ist wesentlich besser für den Umgang mit Varianten geeignet (Bild 5.2, rechts). Zunächst wird die Produktion wesentlich kompakter gestaltet, um die Laufwege zu reduzieren und somit die Wertschöpfung zu erhöhen. Die Behälter müssen für jede Variante im direkten Zugriff des Werkers sein. Dies erfordert eine Materialverdichtung. Das geht aber nur mit wesentlich kleineren, regalfähigen Behältern. Spätestens jetzt, kann den Lean-Ideen der klassisch ausgebildete Logistiker, der in dem Weltbild auf der linken Seite (Bild 5.2) lebt, nicht mehr folgen. Natürlich muss auch die Logistik und das gesamte System an die neue Produktionsphilosophie angepasst werden. Der Routenzug in der rechten Bildhälfte bringt auch 500 Teile mit einem Transport an die Montagelinie, aber eben zu je 25 Stück in 20 Kleinladungsträgern. Damit kann wesentlich besser auf die vielen Varianten reagiert werden.

Kommen wir zurück zu Bild 5.1: Die Kehre begann für *Ford* mit einer ersten *Differenzierungswelle*, die er nicht erkennen konnte oder wollte. Langsam, aber stetig stieg die Zahl der Normproduktreihen wieder an. Das verlieh dem Unternehmen General Motors, das diesen Individualisierungstrend besser erkannte, einen Vorsprung gegenüber *Ford* (vgl. Pfeiffer/Weiß 1992, S. 52).

Um diese vielen erforderlichen Modelle zu fertigen, passte General Motors das Ford-Produktionssystem jedoch kaum an. *Taiichi Ohno*, der Vater des Toyota-Produktionssystems, ist der Meinung, dass das Ford-Produktionssystem außerdem noch nicht fertig und klar bis zum Ende durchdacht war. Durch den Wechsel von der Massenfertigung des Modells T zur „Full-Line“-Politik von General Motors wurde die Produktion immer komplizierter (vgl. Ohno, 1993, S. 132 ff.).

Man könnte, zugegebenermaßen etwas überspitzt, formulieren: Wir kopieren seit über 100 Jahren ein nicht fertiggestelltes Produktionssystem, das von *Henry Ford* erfunden wurde, um EINE Variante in Massen zu bauen, und bauen damit heute viele Varianten. Dafür war das Massenproduktionssystem nie gedacht! Hier mag der zentrale Fehler im System liegen.

Das Lean Production-System ist wesentlich besser für den Umgang mit vielen Varianten und kleinen Stückzahlen geeignet (Bild 5.2, rechts). Es stellt sich aber die *Frage des Übergangs*: Wann ist der Punkt erreicht, ab dem das Lean-System besser geeignet ist als das Massenproduktionssystem? Bei zehn Varianten? Bei 20 Varianten? Diese Frage lässt sich leider nicht eindeutig beantworten.

Hinzu kommt, dass die Anzahl der Varianten meist nach und nach wächst, es sich also um einen *schleichenden Prozess* handelt.

Dies lässt sich anhand eines Beispiels veranschaulichen: Nehmen wir an, wir hätten zwei Kochtöpfe und zwei Frösche. Das Wasser in dem einen Kochtopf kocht, und wir werfen den Frosch hinein<sup>1</sup>. Der Frosch wird versuchen, aus dem Topf herauszuspringen, weil er merkt, dass es heiß ist. Den zweiten Frosch werfen wir in den Topf mit kaltem Wasser und drehen die Herdplatte voll auf. Der Frosch wird im Wasser sitzen bleiben, bis das Wasser kocht. Er hat keine Rezeptoren, die ihn die langsam steigende Temperatur erkennen lassen.

Es mag nun Ähnliches für unsere Unternehmen gelten. Stellen Sie sich die Frage, ob die Controlling- und Managementsysteme in Ihrem Unternehmen nicht auch eher dazu gemacht sind, Sprünge und kurzfristige Änderungen zu bemerken? Sind Sie in der Lage, schleichende, über viele Jahre oder gar Jahrzehnte stattfindende Veränderungen zu erkennen, geschweige denn zu bewerten? Die meisten Controllingssysteme vergleichen zum Vorjahr. Damit beeinflusst eine Veränderung, die sich über 100 Jahre hinzieht, maximal irgendeine Nachkommastelle.

Um beim Bild der Frösche zu bleiben. Stellen Sie sich die Frage: Wie heiß ist das Wasser in dem Topf, in dem Sie mit Ihrem Unternehmen als Frosch sitzen!? Die Wassertemperatur wird maßgeblich durch die Anzahl *der Produktvarianten*, den *Materialkostenanteil* und die *Komplexität* des Umfelds bestimmt.

### 5.1.2 Überlagerung von Effekten

Warum erkennen Unternehmen einen so offensichtlichen und evidenten Effekt, wie das Durchlaufzeitsyndrom, nicht?

Viele Effekte werden durch andere Effekte überlagert werden. Der im Durchlaufzeitsyndrom beschriebene Effekt (vgl. Kapitel 2.4.2), der mit dem WIP steigenden

<sup>1</sup> Hier ist vielleicht der Hinweis angebracht, dass explizit von der Nachahmung dieses Experiments abgeraten wird und dies auch nie so vom Autor durchgeführt wurde. Es handelt sich um ein reines Gedankenexperiment.



Durchlaufzeiten, hängt auch von der Kapazitätsauslastung ab. Ist die Auslastung geringer, steigt auch die Durchlaufzeit weniger stark. Weiterhin ist die Durchlaufzeit nur schwer messbar und wird durch jede Menge anderer Parameter ebenfalls beeinflusst, seien es Fehlteile, Qualitätsprobleme, nicht anwesende Mitarbeiter, Reihenfolgeumsortierungen usw.

Viele Zusammenhänge sind somit nur sehr schwer erkennbar und messbar.

### 5.1.3 Verteilung der Verantwortung

Die Verantwortung ist in unseren funktional aufgebauten, stark in Hierarchiestufen zergliederten Unternehmen meist auf viele Personen verteilt. Jeder sieht nur seinen eigenen Bereich. Darüber hinaus fehlen meist die Informationen. Bleiben wir beim Durchlaufzeitsyndrom: Der Vertrieb setzt die Soll-Durchlaufzeit nach oben, die Auftragsfreigabe gibt den Produktionsauftrag zu früh frei, und eine Produktion, bestehend aus vielen Unterabteilungen, hat damit umzugehen. Keiner sieht das ganze Bild!

Und selbst wenn jemand die Zusammenhänge erkennt, sind die notwendigen Änderungen, die fast immer mehrere Bereiche betreffen (z. B. Fertigung, Vormontage, Endmontage und Logistik), nur sehr schwierig umsetzbar. Häufig gibt es Abteilungsegoismen und „Königreiche“ nach dem Motto: „Das ist mein Bereich. Hier entscheide ich!“

## ■ 5.2 Effekte werden erkannt, aber nichts wird geändert

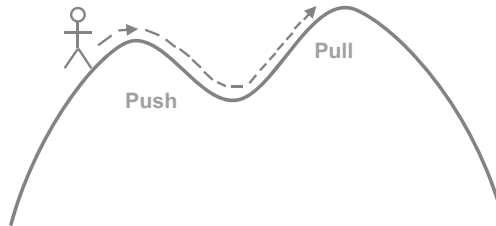
Betrachten wir einen weiteren Fall. Die Effekte werden zwar erkannt, aber es geschieht trotzdem nichts in den Unternehmen.

### 5.2.1 Existenz von Realzwängen

Nehmen wir wieder das Durchlaufzeitsyndrom: Im aktuellen System tut jeder der Beteiligten das für seine „Scheibe“ einzig Mögliche, das aus seiner jeweiligen Sicht auch durchaus logisch erscheint. Was bleibt dem Vertriebsmitarbeiter bei einer geringen Termintreue der Produktion anderes übrig, als sich durch Pufferzeiten zu schützen? Genauso handelt der Mitarbeiter in der Auftragsfreigabe: Wenn ich den Auftrag freigebe, kann mir nichts passieren.

### 5.2.2 Sicherheitsdenken

Eine Umstellung auf Lean ähnelt in einer gewissen Weise einer „Wanderung durchs Gebirge“.



**Bild 5.3** Vom „Push-Gipfel“ zum „Pull-Gipfel“

Ihre Firma wandert vielleicht seit vielen Jahren mit viel Elan auf den „Push-Gipfel“ und versucht, die Spitze zu erreichen. Es werden alle möglichen Optimierungen durchgeführt, Kosten eingespart, EDV eingeführt usw. Nun zeigt Ihnen jemand den „Pull-Gipfel“. Da so viele Unternehmen dorthin wollen, muss der „Pull-Gipfel“ wohl noch etwas höher sein.

Das Problem: Zwischen zwei Gipfeln liegt per Definition ein Tal. Und dieses Tal müssen Sie leider durchwandern. Die Lean-Umstellung erfordert Investitionen in Ressourcen und natürlich auch Schulungen. Die Kennzahlen werden üblicherweise zunächst etwas schlechter. Sie haben mit Widerstand zu kämpfen, und keiner kann vorhersagen, wann die erhofften Verbesserungen genau eintreten werden.

Viele Unternehmen hält dieses, stellenweise sicherlich übertriebene, Sicherheitsdenken von einem Umstieg ab. Es erfordert eine ganze Portion Mut, zu entscheiden, auf ein neues Produktionssystem umzusteigen. Kann man sich hier einen Fehler leisten? Wie lange dauert es, bis man positive Effekte bemerkt? Ist das vielleicht schädlich für meine Karriere?

### 5.2.3 Fixierung auf kostenorientierte Entscheidungsfindung

Wenn schon entscheiden, dann aber bitte auf Basis harter Daten und Fakten:

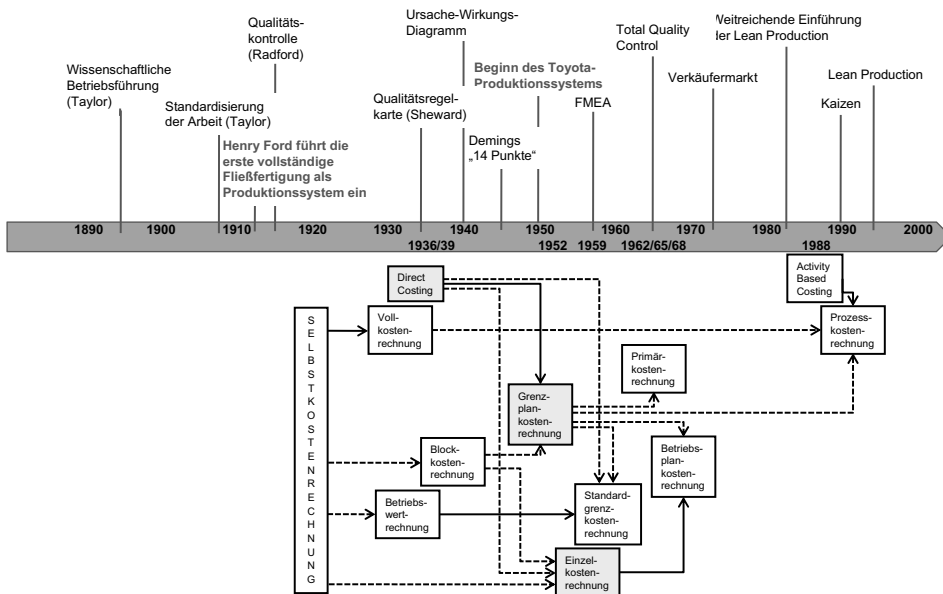
„Wie viel sparen wir uns, wenn wir auf Lean Production umsteigen?“

„Um diese Entscheidung zu treffen, brauche ich eine in Euro und Cent bewertbare Basis.“

Das sind häufige Aussagen von Mitgliedern des Managements, wenn es um die Entscheidung geht, ob Lean eingeführt werden soll oder nicht. Wie in Kapitel 5.2.2

bereits angedeutet: Man will eine „sichere Entscheidungsbasis“ haben. Wenn etwas in Zahlen, Daten und Fakten hinterlegt ist, kann man jederzeit im Nachgang noch seine Entscheidung rechtfertigen.

Leider kann diese eingangs gestellten Fragen aber wohl niemand seriös beantworten. Der Grund hierfür ist aber nicht darin zu suchen, dass Lean nicht die besseren Ergebnisse liefern würde, sondern darin, dass die Werkzeuge, mit denen wir die Bewertung vornehmen wollen, dies gar nicht können. Lassen Sie uns hierzu nochmals einen Blick auf die Zeitleiste zur Entwicklung der Produktionssysteme werfen (Bild 5.4).



**Bild 5.4** Zeitleiste zur Entwicklung der Produktionssysteme und der Kostenrechnungsinstrumente (in Anlehnung an Becker 1998, S. 55)

Das Massenproduktionssystem breitete sich nach 1913 in den westlichen Industrienationen rasch aus und wurde zur vorherrschenden Methode der modernen Herstellung von Gütern. Die wichtigsten, heute genutzten Kostenrechnungsinstrumente wurden folglich vermutlich deshalb erfunden, um diesen Typ von Produktionssystem zu steuern und zu kontrollieren. Die Vollkostenrechnung entstand Ende der 1920er-Jahre, die Grenzplankostenrechnung Ende der 1940er- und die Einzelkostenrechnung in den 1950er-Jahren. Die erste Entwicklung des Toyota-Produktionssystems begann Mitte der 1950er-Jahre. Erst zu Beginn der 1990er kann von einem fertigen Produktionssystem gesprochen werden, und erst in dieser Zeit wurden wir in der westlichen Welt wirklich auf dieses Produktionssystem aufmerksam.

Könnte es (wieder etwas überspitzt formuliert) also möglich sein, dass erwartet wird, mit einem Instrument, das vor 60 Jahren für ein 100 Jahre altes Produktionssystem erfunden wurde, zu bewerten, ob ein weit später entstandenes Produktionssystem besser ist?

Wäre es möglich, dass die alten Kostenrechnungsinstrumente schlicht nicht in der Lage sind, die Aspekte, auf die es ankommt, zu messen, geschweige denn zu bewerten?

Was ist der Wert in Euro von vier Wochen eingesparter Durchlaufzeit? Was kostet es, wenn die Termintreue um zwei Prozentpunkte abstürzt?

Bewerten existierende Verfahren nicht auch immer nur kleine Ausschnitte des Gesamtsystems (also einzelne Quadrate des Lincoln-Bilds)?

„Okay, dann zeigen Sie mir eine Statistik, wie viel Unternehmen sparen, die auf Lean umgestiegen sind.“

Leider ist auch so etwas kaum zu bekommen.

1. Erstens würde eine derartige Statistik voraussetzen, dass man messen könnte, „wie Lean“ ein Unternehmen ist. Wie soll man die Lean-Unternehmen zuverlässig von den Nicht-Lean-Unternehmen trennen?
2. Selbst wenn dies möglich wäre, wie sollen dann die Effekte, die auf die Lean-Einführung zurückzuführen sind, isoliert werden? Diese werden durch viele andere Effekte, wie Auftragslage, Lohn- oder Rohstoffkostenschwankungen überlagert.
3. Sollte auch dieses Problem lösbar sein, bleibt die Frage, was für ein Interesse ein Unternehmen, das erfolgreich Lean eingeführt hat, haben sollte, der Allgemeinheit und den eigenen Konkurrenten die Gründe dafür zu offenbaren. Könnte hier im Erfolgsfall nicht der Gedanke des Know-how-Schutzes zählen? Wie hat es ein Vorstand so treffend formuliert: „Es ist nicht unsere Aufgabe die Welt schlau zu machen.“

Es sind noch längst nicht alle Unternehmen Lean, da viele Manager nur auf Basis „harter Fakten“, wie Kosten und Einsparungen, entscheiden. Diese harten Fakten im Vorfeld zu liefern, ist aber mit den existierenden Instrumenten und der verfügbaren Datenbasis praktisch nicht möglich.

### 5.2.4 Investitionsscheu und Kostenstellengerangel

Wenn Sie nochmals einen Blick auf Bild 5.2 (vgl. Kapitel 5.1.1) werfen, wird klar, dass ein Umstieg von einem Massenproduktionssystem auf ein Lean-Produktionssystem zwangsläufig Investitionen erfordert. Es müssen neue (kleinere) Behälter und Regale beschafft werden. Die Logistik muss auf die Routenzüge mit Anhän-

gern umgestellt werden usw. Dabei stellt sich auch die Frage: Was passiert beispielsweise mit den vielen bisher genutzten Gabelstaplern und vor allem den vielen Gabelstaplerfahrern?

Ebenso ist eine wichtige Frage: Aus welchem Budget oder von welcher Kostenstelle werden die neuen Anschaffungen bezahlt?

Auch hier fällt uns unser häufig zu rigides Kostenmanagement „auf die Füße“. Größere Kostenblöcke können häufig nicht im laufenden Seriengeschäft untergebracht werden, sondern nur in Projekten für neue Produkte. Es gilt das Kostenträgerprinzip. Warum aber sollte der Produktmanager eines (neuen) Serienprodukts in seinen Kosten die Umstellung auf ein Lean-Produktionssystem akzeptieren? Besonders spannend wird die Diskussion, wenn mehrere Produkte eine Ressource, z. B. eine Produktionslinie, nutzen? Wie sollen die Kosten für die Lean-Umstellung auf die beiden Kostenträger verteilt werden?

Das Problem: Die Lean-Umstellung „versumpft“ in endlosen (und völlig fruchtlosen) Diskussionen zur Kostenübernahme zwischen den beteiligten Abteilungen.

## ■ 5.3 Effekte wollen nicht erkannt werden

Ein weiterer Punkt ist, dass Effekte zwar gesehen, aber einfach ignoriert werden, um beispielsweise die eigene Kompetenz oder Machtbasis zu schützen.

### 5.3.1 Selektive Wahrnehmung und Kontrollillusion

Auch hierfür gibt es wieder unzählige Gründe. Es sollen nur einige aufgeführt werden, um dem geneigten Leser einige Denkanstöße zu geben:

Beginnen wir bei uns persönlich. Jeder hat sein Weltbild, mit bestimmten Annahmen und Ideen. Wir neigen dazu, hier sehr *selektiv wahrzunehmen*. Dinge, die unser Weltbild unterstützen, nehmen wir wahr. Dinge, die unserem Weltbild widersprechen, werden ausgeblendet. Es ist in den Beratungsprojekten immer wieder erstaunlich, mit welchen „Scheuklappen“ so mancher Entscheider im Management durchs Leben geht.

Des Weiteren spielt die sogenannte Kontrollillusion eine Rolle. Wenn wir bei Entscheidungen möglichst exakt rechnen können, am besten auf die zweite Nachkommastelle genau, dann fühlen wir uns bei der Entscheidung sicher. Dass dabei auf Basis von Eingangsparametern gearbeitet wird, die mit erheblicher Unsicherheit behaftet sind, oder auf Daten aufgebaut wird, die teilweise viele Jahre alt sind (z. B.

**Symbole**

1:1-Behältertausch 226  
 1:1-Tausch von Voll- und Leergut 185  
 5S-Methode 68

**A**

Andon 113  
 Andon-Board 114  
 Arbeitsplatzgestaltung 107

**B**

Bandnaher Supermarkt 199f.  
 Behälter 182  
 Behälterklassen 182  
 Behälterlose Bereitstellung 202  
 Behälterlose Teilebereitstellung 186  
 Behälterplanung 182, 184  
 Beidhandarbeit 112  
 Bestandsreichweite 183  
 B-Frame 192  
 Bodenlager 208  
 Bodenroller 187  
 Bullwhip-Effekt 250  
 Bus-System 188  
 Bus-Systems 188

**C**

Capital Linearity 150  
 Chaku-chaku 143  
 Chirurgen-Krankenschwester-Prinzip 155

Cross Docking 229  
 Cross Docking-System 230

**D**

Direktanlieferung 224  
 Downsizing 202  
 Durchlaufregal 208  
 Durchlaufzeit 24  
 Durchlaufzeitsyndrom 25

**E**

Echtzeitortungs-basierte Produktions-  
 steuerung 168  
 Echtzeitortungstechnologien 167  
 Einfache Signalgenerierung 179, 246  
 Ein-Punkt-Abgriff 127  
 Einstufige Kommissionierung 208  
 Einstufige Lagerhaltung 235  
 Einzeloptimierung 22  
 Einzelstückfluss 72  
 Enabler-Technologie 195  
 Engpassorientierung 145  
 Externe Logistik 219  
 Externe Transportkonzepte 223

**F**

Fahrerloses Transportsystem (FTS) 194  
 Fehlerfortpflanzung 31  
 Fishbone-System 142  
 Flurförderfahrzeug 186

Förderhilfsmittel 182  
 Frachtraumoptimierung 228  
 Frozen-Zone 256

**G**

Gebietsspediteurwesen 224  
 Gelebte Partnerschaft 238  
 Gemba 164  
 Gemeinsame Lagerführung 234  
 Genryou Management 147  
 Getakteter Routenverkehr 187f., 190, 196  
 Golfball-Steuerung 254  
 Greifraum 108  
 Großladungsträger (GLT) 182

**H**

Haltepunktoptimierung 198  
 Hauptstrang steuert Nebenstrang 254  
 Heijunka 69

**I**

Idealer Pickprozess 206  
 Industrie 4.0 167, 256  
 Industrieparkkonzept 238  
 Informationsfluss 241  
 Injektionsprinzip 130, 195  
 Integrierte Lagersysteme 211  
 Integrierte Lagersystemplanung 214, 215  
 Intelligente Behälterkonzepte 182  
 Intelligente Material- und Werkzeug-  
 bereitstellung 122  
 Interne Logistik 179, 216, 231

**J**

Jidoka 73  
 JIT 72  
 Just-in-Sequence (JIS) 186  
 Just-in-time 72  
 Just-in-Time (JIT) 242

**K**

Kaizen 68  
 Kanban 242  
 Kanban-Formel 246  
 Kanban-Karte 244  
 Kanban-Regelkreis 244  
 Kanban-Regelkreis-Berechnung 246  
 Kanban-Regeln 243  
 Karawanensystem 141  
 Klappbare Behälter 185  
 Kleinladungsträger (KLT) 182  
 KLT-Shuttle 208  
 Kommissioniermethode 208  
 Kommissionierverfahren 206  
 Komplexitätsspirale 31  
 Konsignationslager 235  
 Konstruktivistisch-technomorphes  
 Paradigma 22  
 Kostenrechnungsinstrumente 53  
 Kreuzungsfreier Verkehr 196  
 Kundentakt 197  
 Kurze Wege 221  
 KVP 68

**L**

Labor Linearity 152  
 Ladehilfsmittel 182  
 Lagerhilfsmittel 182  
 Lagertypen 212  
 Landshuter Produktionssystem 79  
 Layout based Order Steering 169  
 Lean Logistic 177  
 Lean Production 105  
 Lieferanten 231  
 Lieferanten-Kanban 249  
 Lieferantenmanagement 239  
 Line Runner 180  
 Low Cost FTS (Fahrerloses Transport-  
 system) 194  
 Low-cost-low-tec 179

**M**

Massenproduktion 19  
Materialsteuerung 241  
Mehrmaschinenbedienung 140  
mehrstufige Kommissionierung 208  
Milkrun 189  
Milkrun-Konzept 226  
Mitlaufende Wagen und Sequenzbehälter 186  
MTM 107  
Muda 65  
Mura 64  
Muri 65  
Muster- und Lernfabrik 92

**N**

Null-Wartezeit-Prinzip 219

**O**

One-Piece-Flow 72, 116  
One-touch-one-motion 125  
Operator Balance Chart 137  
Optimierungsreihenfolge 198  
Ort der höchsten Wertschöpfung 106

**P**

Perlenkette 256  
Permanente Materialflussoptimierung 257  
Person zur Ware 207  
Pitch 160  
Planungskomplexität 29  
Poka Yoke 120  
PPRL-Modell 97  
Prinzipien 80, 85  
Prinzipienwürfel 87  
Produktion in Taktzeit 69

**R**

Realtime Location Systeme 167  
REFA-Formel 20  
Referenzproduktionssystem 82  
RFID 167  
Routenzug 191  
Routenzugtechnologie 192  
RTLS 257  
Rüstzeit 118  
Rüstzeit Null 118

**S**

Schattenbrett 126  
Schlanker Materialfluss 231  
Schwankende Durchlaufzeiten 27  
Schwarmroboter 195  
Selbststeuernder Regelkreis 244  
Sequenzierte Anlieferung 204  
Set-Bildung 203  
Shojinka 152  
Shooter 179  
Shopfloorboard 163  
Shopfloormanagement 164  
sieben Arten der Verschwendung 66  
Skalierbarkeit 150  
Skigebietanalogie 40  
Spezialbehälter 183  
Staffellaufsystem 141  
Standardarbeitsblatt 134  
Standardbehälter 182  
Standardbehälterplanung 184  
Standardisierung 70  
Standardprozesse 217, 231  
Standardversorgungskonzepte 231  
Staplerarme Logistik 186  
Statische Materialbereitstellung 207  
Supermarktgestaltung 204  
Synchronisation des Behälterinhalts 197  
Systemdenken 94  
Systemische Grundprinzipien 39



**T**

Taktabstimmung 137  
Taxi-System 188  
Toyota-Produktionssystem 61  
Tracking und Tracing 256  
Trailer Yard 222  
Transporthilfsmittel 182  
Transportroboter 195  
Transportwege 196  
Transshipment-Terminal 229  
Trichtermodell 25  
Trolley-Hub 270

**U**

U-Layout 141

**V**

Variantenmix 160  
Vendor Managed Inventory 234, 236  
Verbauortnahe Anlieferung 221  
Vereinzeln 202  
Verlustarten 64

Verschwendung 65  
Visuelle Bestandskontrolle 159  
Visuelles Management 71  
Volumenglättung 160  
Vorgezogener Wareneingang 233  
Vor-Ort-Führen 165

**W**

Warehouse on Wheels 220  
Ware zur Person 207  
Werkerdreieck 128  
Wertschöpfung 65  
Wertstromdesign 74  
Wiederbeschaffungszeit 183, 205  
Wursthautmodell 28

**X**

X-Y-Z-Kategorisierung 205

**Z**

Zwei-Behälter-Prinzip 244