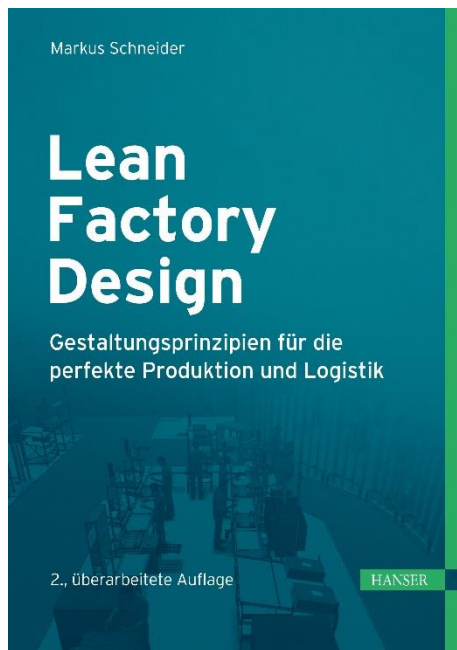


HANSER



Leseprobe

zu

Lean Factory Design

von Markus Schneider

Print-ISBN: 978-3-446-46729-3

E-Book-ISBN: 978-3-446-46816-0

Weitere Informationen und Bestellungen unter

<https://www.hanser-kundencenter.de/fachbuch/artikel/9783446467293>

sowie im Buchhandel

© Carl Hanser Verlag, München

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. 200m² errichtet. Aus dieser Keimzelle ist inzwischen das Technologiezentrum Produktions- und Logistiksysteme hervorgegangen. Im April 2016 konnten wir ein Gebäude mit 2700m² 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 900m². 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*).

Markus Schneider, Juli 2016

Vorwort zur 2. Auflage

Wir haben über ein Jahr an der Überarbeitung und Erweiterung der 2. Auflage von „Lean Factory Design“ gearbeitet. Während dieser Zeit, hat die Corona-Pandemie unser Leben weitgehend bestimmt und viele Bereiche unseres Lebens beeinflusst. Dies gilt auch für unsere Projekte. Wer hätte vor einem Jahr für möglich gehalten, dass komplette Fabrikplanungsprojekte und die Erstellung von Fließfertigungen für neue Produkte komplett online, ohne einen einzigen Termin vor Ort, aufgebaut werden können. Sogar die Umsetzungsbegleitung haben wir weitgehend online betreut.

Gerade in der jetzigen Situation ist die Lean-Philosophie wichtiger denn je, um unsere Produktions- und Versorgungsprozesse robust und autark gestalten zu können. Wir haben beispielsweise ein Projekt bei einem mittelständischen Kunden für medizintechnische Produkte im Bereich der Elektronik begleiten dürfen.

Die bisher zentrale Produktion an einem europäischen Standort mit weltweitem Sourcing, führte in der Corona-Pandemie zu erheblichen Versorgungsschwierigkeiten und ist für die neuen Kundenansprüche schlichtweg zu langsam. Das Projektziel war der Aufbau eines weltweiten, robusten Supply Chain-Konzepts mit einem Alleinstellungsmerkmal in der Elektronikbranche. Dem „local value chain“-Ansatz folgend, haben wir für Europa, Asien und die USA jeweils komplett unabhängige Wertschöpfungsnetzwerke konzipiert, die autark, auslieferbare Produkte innerhalb von 24 Stunden nach Bestellung liefern können. Die Anfälligkeit der jeweiligen Netzwerke wurde damit drastisch reduziert. Sollte eines der Netzwerke dennoch ausfallen, so sind immer noch die anderen beiden Netzwerke produktionsfähig. Wie dieses Beispiel zeigt, kann uns Lean helfen, auch in Deutschland und Europa wettbewerbsfähig zu produzieren. Ein wichtiger Beitrag, wenn wir wieder in der Lage sein wollen, uns selbst mit den wichtigsten Dingen zu versorgen und unsere Abhängigkeit von China zu reduzieren.

Auch in der Erforschung und Entwicklung neuer Lean-Methoden haben wir seit der ersten Auflage weitreichende Beiträge liefern können. Hier erwähnen möchte ich die Entwicklung des „Obeya“, ein hybrides Produktionsplanungs- und -steuerungskonzept, das im Kapitel 22.8 näher erläutert wird. Dieses Konzept verbindet zentrale und dezentrale Steuerungsansätze und analoge und digitale Tools miteinander, zu einer Lean-kompatiblen Produktionsplanung und -steuerung.

Des Weiteren haben wir in den letzten beiden Jahren ein revolutionäres „Montage- und Logistiksystem 2030“ (ein Patent und vier Patentanträge) entwickelt. Das Ziel ist die durchgängige Automatisierung der Materialbereitstellung vom Wareneingang bis an den Arbeitsplatz. Die Kernpunkte sind eine wesentlich vereinfachte Automatisierbarkeit und eine Flächeneinsparung > 50 % gegenüber der klassischen Lean-Layoutgestaltung. Das Konzept wird im Kapitel 18 beschrieben. Beide Prototypen können in meiner 900 m² großen Lern- und Musterfabrik am „Technologiezentrum Produktions- und Logistiksysteme“ in Dingolfing besichtigt werden.

Für die Unterstützung bei der Erstellung dieser zweiten Auflage möchte ich mich bei Dr. Mathias Michalicki, Patrick Rannertshausen und Manuel Kögel bedanken.

Bleiben Sie gesund! Ich hoffe, dass wir alle diese Pandemie bald überstanden haben und unsere Lehren daraus ziehen.

Markus Schneider, April 2021

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Über den Autor	XIX
Teil I: Einleitung	1
Teil II: Lean verstehen	7
1 Fallstudie: Massenproduktion vs. Prozessorientierung	11
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
2 Massenproduktion: Einzeloptimierung der Systemteile	19
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 Auslastung 100% – eine falsche Religion	24
2.4.2 Hohe Bestände verursachen lange Durchlaufzeiten	24
2.4.3 Das Durchlaufzeitsyndrom – ein Teufelskreis aus Einzeloptimierungen	26
2.4.4 Schlechte Termintreue durch stark schwankende Durchlaufzeiten	28
2.5 Häufiger Lösungsansatz: EDV – Just push harder	31

3	Warum die Konzepte der Massenproduktion nicht mehr funktionieren	33
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
4	Lean Production: Prozessorientierung	39
4.1	Die acht systemischen Grundprinzipien: Skigebietanalogie	39
4.2	Von der Wursthaut zum Stahlrohr	42
4.3	Vom Trichtersystem zum Rohrsystem	44
4.4	Zusammenfassung	45
5	Warum sind dann nicht längst alle Unternehmen Lean?	47
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	55
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
	Teil III: Produktionssysteme	59
6	Das Toyota-Produktionssystem (TPS) – das Original	63
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	Kritik am TPS	74
7	Lean Factory Design und das Landshuter Produktionssystem	77
7.1	Der Ordnungsrahmen – Das Landshuter Produktionssystem (LPS): Clean Production – Lean & Clean	81
7.2	Das interdisziplinäre Optimierungskonzept – Lean Factory Design ...	84
7.3	Weltbild & Werte – die Basis für gemeinsame Ziele	85
7.3.1	Das systemisch-evolutionäre Weltbild	86
7.3.2	Werte und Wertvorstellungen	89
7.3.3	Die sieben wichtigsten Hebel zur Produktionsoptimierung	91
7.4	Systeme und Prinzipien – die Basis für gemeinsames Handeln	94
7.4.1	Die acht systemischen Grundprinzipien – Systemverständnis als Basis	96
7.4.2	Gestaltungssystem – Systeme richtig gestalten	97
7.4.3	Handlungssystem – Prinzipien für richtiges Handeln	98
7.4.3.1	Führungssystem DATE	98
7.4.3.2	Planungssystem CoMIC	99
7.5	Operative Leistungserstellung – Muster- und Lernfabrik als Best Practice	99
7.6	Zusammenfassung	101
Teil IV: Gestaltungsprinzipien		
8	Lean Production-Prinzipien	105
9	Arbeitsplatz	107
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
10	Produktionsbereich	137
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
11	Informationsfluss	159
11.1	Visuelle Bestandskontrolle	159
11.2	Heijunka	159
11.3	Führen vor Ort (Gemba)	163
11.4	Tracking und Tracing	164
11.4.1	Potenziale durch den Einsatz von RTLS	165
11.4.2	Layout based Order Steering – LOS 1	166
11.4.3	Alleinstellungsmerkmale der echtzeitbasierten Auftragssteuerung	169
11.4.3.1	Kundenauftrag wird direkt verfolgt	169
11.4.3.2	Smart Layout	169
11.4.3.3	Ereignisorientierung	169

12	Gesamtkonzept einer Lean Production	171
13	Lean Logistic-Prinzipien	173
14	Interne Logistik	175
14.1	Durchlaufregale	175
14.2	Line Runner	176
14.3	Intelligente Behälterkonzepte	178
14.3.1	Behälterauswahl	178
14.3.2	Behälterplanung	180
14.3.3	1:1-Tausch Voll- und Leergut	181
14.3.4	Klappbare Behälter	181
14.3.5	Mitlaufende Wagen und Sequenzbehälter	182
14.4	Staplerarme Logistik	182
14.5	Getakteter Routenverkehr	183
14.5.1	Taxi-System vs. Bus-System	184
14.5.2	Umsetzungsmöglichkeiten von getakteten Routenverkehren	186
14.5.2.1	Routenzüge	187
14.5.2.2	Low Cost FTS (Fahrerloses Transport-System)	190
14.5.2.3	Transportroboter	191
14.6	Kreuzungsfreier Verkehr	192
14.6.1	Einbahnstraßenverkehre	192
14.6.2	Synchronisierter Behälterinhalt	193
14.7	Haltepunktoptimierung	194
14.8	Bandnaher Supermarkt	195
14.8.1	Umpacken/Downsizing (GLT \Rightarrow KLT)	197
14.8.2	Vereinzeln (KLT-Gebinde \Rightarrow KLT)	198
14.8.3	Behälterlose Bereitstellung	198
14.8.4	Set-Bildung	199
14.8.5	Sequenzierung	200
14.8.6	Umsetzungsmöglichkeiten von Supermärkten	200
14.8.6.1	Teileanordnung im Supermarkt	200
14.8.6.2	Auswahl der Kommissionierverfahren und -methoden	202
14.8.6.3	Auswahl der Bereitstelltechnik	204
14.8.6.4	Auswahl der Trolley-/Bodenroller-Technologie	205
14.8.6.5	Gestaltungsmöglichkeiten von Supermärkten	207
14.9	Integrierte Lagersysteme	210
14.9.1	Stellung der Lager im Wertschöpfungsprozess	210
14.9.2	Lagertypen und -formen	211

14.9.3	Vorgehensweise zur integrierten Lagersystemplanung	213
14.10	Gesamtkonzept einer internen Logistik	215
15	Externe Logistik	217
15.1	Null-Wartezeit Be- und Entladung	217
15.2	Warehouse on Wheels	218
15.3	Trailer Yard	220
15.4	Externe Transportkonzepte	221
15.4.1	Direktanlieferung (Komplettladung)	222
15.4.2	Gebietsspediteurwesen	222
15.4.3	Sammelrundtouren (Milkrun)	224
15.4.4	Auswahl externer Transportkonzepte	225
15.5	Frachtraumoptimierung	226
15.6	Cross Docking	227
15.7	Gesamtkonzept einer externen Logistik	228
16	Lieferanten	231
16.1	Vorgezogener Wareneingang	231
16.2	Vendor Managed Inventory	232
16.2.1	Vorstufe I: Gemeinsame Lagerführung	232
16.2.2	Vorstufe II: Einstufige Lagerhaltung	233
16.2.3	Vorstufe III: Konsignationslager	233
16.2.4	Endstufe: Vendor Managed Inventory	234
16.2.5	Übersicht Lagerhaltungsorganisation	234
16.3	Industrieparkkonzept	236
16.4	Gelebte Partnerschaft	236
17	Informationsfluss und Materialsteuerung	239
17.1	Pullorientierte Materialabrufe – Kanban verstehen	240
17.1.1	Grundlagen von Kanban	240
17.1.2	Kanban-Regeln	241
17.1.3	Ablauf eines Kanban-Regelkreises	242
17.1.4	Einfache Signalgenerierung	244
17.1.5	Auslegung eines Kanban-Regelkreises	244
17.1.6	Mehrschleifige Kanbansysteme – Lieferanten-Kanban	247
17.1.7	Umsetzungsmöglichkeiten von Kanban	247
17.1.8	Frühwarnsysteme und Exoten steuern mit Kanban	248
17.1.9	Steuerung herkömmlicher Systeme vs. Selbststeuerung	250

17.1.10	Der Bullwhip-Effekt	251
17.1.11	Verbrauchsgesteuerte Bedarfsermittlung	253
17.2	Hauptstrang steuert Nebenstrang	254
17.2.1	Plangesteuerte Bedarfsermittlung	254
17.2.2	Golfball-Steuerung	255
17.3	Perlenkettenprinzip	257
17.4	Tracking und Tracing	257
17.4.1	Laufleistungsüberwachung für („dumme“) Routenzug- Anhänger	258
17.4.2	Permanente Materialflussoptimierung	259
18	Montagesystem 2030 – von der U-Zelle zur O-Zelle	261
	<i>mit Konstantin Büttner und Tobias Ettengruber</i>	
18.1	Automatisierung von logistischen Tätigkeiten	261
18.2	Anordnungsprinzipien von Montagesystemen	262
18.3	Schwierigkeiten der U-Form im Kontext einer automatisierten Materialversorgung	263
18.4	Die inverse Anordnungsform mit Materialbereitstellung im Inneren als Lösungsansatz	264
18.5	Einsatzbereiche und Einschränkungen der inversen Anordnungsform	266
18.6	Ausblick	266
19	Gesamtkonzept einer Lean Logistic	269
Teil V: Handlungsprinzipien		273
20	Handlungssystem – Prinzipien für richtiges Handeln	275
20.1	Führungssystem DATE	275
20.2	Planungssystem CoMIC	279
21	Systemverständnis und Führungsmethoden	285
21.1	Das System verstehen – der institutionelle Führungsansatz	286
21.2	Das System gestalten – Arbeit im System vs. Arbeit am System	288
21.3	Das System verändern – Change-Management	290
21.3.1	Veränderung heißt immer Widerstand	290
21.3.2	Umgang mit Widerstand – Bremser, Skeptiker und Gegner	292
21.3.3	Das System auf Veränderung vorbereiten	293

21.4	Das System kontrollieren – Kennzahlen und Kostenrechnung	295
21.4.1	Die richtigen Kennzahlen finden	296
21.4.2	Die sieben Todsünden der Leistungsmessung	299
21.4.3	Kostenrechnungssysteme zur Kennzahlenermittlung in Lean-Unternehmen	300
	<i>mit Dr. Mathias Michalicki</i>	
21.4.3.1	Hürden klassischer Kostenrechnung in Lean-Unternehmen	300
21.4.3.2	Prinzipien einer Kostenrechnung für Lean-Unternehmen	302
21.5	Das System führen – die Führungsmethode KATA	305
21.5.1	Das Wertstromdesign zur Beschreibung des Nordsterns	305
21.5.2	Klassischer Entscheidungsprozess vs. KATA-basierte Entscheidungen	306
21.5.3	Ausbildung der Mitarbeiter zu selbstständigen Problemlösern . .	308
21.6	Das System täglich betreiben – Shopfloor-Management	310
21.6.1	Shopfloor-Management – die Brücke zwischen Produktions- und Führungssystem	310
21.6.2	Elemente des Shopfloor-Managements	311
21.6.3	Gestaltung eines strukturierten Tagesablaufs und Shopfloor-Management-Boards	312
21.7	Das System steuern – ein Lean-PPS aufbauen	314
21.7.1	Kritikpunkte an den aktuellen PPS-Systemen	315
21.7.1.1	Kritikpunkt: Die Systemgestaltung ist heute nicht Aufgabe der PPS	315
21.7.1.2	Kritikpunkt: Mangelnde Qualität der Eingangsdaten und Fehlerfortpflanzung	316
21.7.1.3	Kritikpunkt: Eine Ergebniskontrolle und ein Lernen finden nicht statt	317
21.7.1.4	Kritikpunkt: Mängel der meist angewendeten MRP II-Logik	318
21.7.2	Aufbau eines hybriden PPS-Systems als Lösungsansatz	320
21.7.2.1	Systemgestaltung als Teil der PPS	320
21.7.2.2	Verbesserung der Datenqualität	322
21.7.2.3	Mit Industrie 4.0 Transparenz in Echtzeit schaffen	322
21.7.2.4	Aufbau einer Lernstrategie	323
21.7.2.5	High Level MRP und hybrider Steuerungsansatz mit Obeya (Kommunikationszentrale)	323
21.8	Die Kommunikationszentrale der Führung – der Obeya	324

Teil VI: Methoden und Werkzeuge	327
22 Systemgestaltung und Planungsmethoden	329
22.1 Das System visualisieren – die Wertstrommethode	330
22.2 Das System Top-down planen – Lean-orientierte Fabrikplanung	333
22.2.1 Einordnung und Definition	334
22.2.2 Planungsobjekte und Strukturebenen	338
22.2.3 Planungsregeln und Planungsinstrumente	344
22.3 Das System Bottom-up planen – Arbeitsplatzgestaltung mit Cardboard Engineering	351
22.3.1 Die Vorgehensweise – das Prinzip „flache Stückliste“ und die Demontage	351
22.3.2 In vier Schritten zur Optimierung	352
22.4 Das System automatisieren – prozessorientierte Technologieauswahl	359
22.4.1 Das Technologie-Dilemma der Planer	359
22.4.2 Technologieauswahl für Lean-Unternehmen	360
22.4.2.1 Der Technologiekatalog für die Produktionslogistik	360
22.4.2.2 Der Ordnungsrahmen für Technologien	362
22.4.2.3 Vermittlung des Technologiewissens	363
23 Schlusswort	367
Teil VII: Anhang	369
24 Abbildungsverzeichnis	371
25 Literaturverzeichnis	379
26 Stichwortverzeichnis	385

Über den Autor

Prof. Dr. Markus Schneider



Derzeitige Tätigkeiten:

- Professur für Logistik, Material- und Fertigungswirtschaft an der Hochschule Landshut, www.haw-landshut.de,
- Wissenschaftlicher Leiter Technologiezentrum PULS (Produktions- und Logistiksysteme), www.tz-puls.de,
- Studiengangsleiter Master „Prozessmanagement & Ressourceneffizienz“, www.master-pmr.de,
- Geschäftsführender Gesellschafter PuLL Beratung GmbH, www.pull-beratung.de,
- Prokurist und Gesellschafter der Technologiezentrum Dingolfing GmbH (An-Institut der Hochschule Landshut), www.tz-ding.de.

Aufgabengebiete:

- Materialflussoptimierung,
- Produktionsoptimierung,
- Fertigungsoptimierung,
- Prozessoptimierung,
- Lean Factory Design und Fabrikplanung,
- Industrie 4.0, IIoT, Machine Learning 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*).
- Leitung mehrerer Forschungsprojekte (Umfang > 6 Mio. € Forschungsgelder) 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 orts-basierter Produktionssteuerung) als Professor für Logistik, Fertigungs- und Materialwirtschaft. Die aktuellen Forschungsprojekte zielen auf Prozessinnovation, die durchgängige Automatisierung der gesamten Logistikkette vom Wareneingang bis an den Arbeitsplatz und die Unterstützung der Produktionsplanung und -steuerung mit Künstlicher Intelligenz ab.
- 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 Logistikkö-
sung 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.

Teil I

Einleitung

Als Teil des TZ PULS (Technologiezentrum Produktions- und Logistiksysteme) der Hochschule Landshut haben wir uns zur Aufgabe gemacht, das Lean-Wissen zu sammeln, zu strukturieren und an Studierende und Unternehmen zu vermitteln. Bereits zu Beginn des Aufbaus der Vorlesungen und Weiterbildungen wurde sehr schnell klar, dass das entsprechende Lean-Wissen zwar in Form vieler Bücher und Seminare bereits vermittelt wird, die vorgefundenen Konzepte aber jeweils für sich sehr lückenhaft und untereinander inkonsistent waren. Die meisten Bücher haben entweder den Charakter von Fallstudien oder behandeln relativ losgelöst voneinander die verschiedenen Methoden und Werkzeuge des Lean-Werkzeugkastens, also KVP, 5S, Wertstromanalyse usw. Ein weiterer Kritikpunkt ist, dass wir kein Konzept finden konnten, das sich mit dem Produktions- und dem Logistiksystem als Ganzes befasst. Jeder hat sich sozusagen „seinen Teil“ aus dem Gesamtsystem herausgeschnitten. Gründe hierfür mögen sein, dass die Wissensvermittlung bei Toyota sehr stark implizit durch jahrelanges Training und „Sozialisierung“ in der Toyota-Unternehmenskultur stattfindet. Es existieren nur sehr wenige zugängliche formalisierte Dokumente. Dies erschwert die übersichtliche Sammlung und Darstellung des Wissens und den Wissenstransfer enorm. Schließlich war das Toyota-Produktionssystem (TPS) ja nie für andere Unternehmen gedacht.

Des Weiteren muss festgestellt werden, dass das TPS in den letzten Jahren bereits zahlreiche Anpassungen erfahren hat. Viele Unternehmen entwickelten ihre eigenen Produktionssysteme, Berater bauten ihre eigenen „Lean-Systeme“ auf. Bei näherer Betrachtung sind diese jedoch meist unvollständig und/oder nicht ganz korrekt. Es werden unterschiedliche Dinge wie Methoden und Prinzipien durcheinandergeworfen oder nicht Lean kompatible Methoden und Kennzahlen kombiniert.

Jedenfalls fand sich kein Ordnungsrahmen, der für den konsistenten Aufbau dreier Vorlesungen vom sechsten bis zum achten Semester als Struktur verwendbar gewesen wäre. Daher wurde im Verlauf von fast sieben Jahren das Landshuter Produktionssystem (LPS) als Ordnungsrahmen zur Systematisierung und Vervollständigung des Lean-Know-hows entwickelt. Das LPS stellt ein umfangreiches Konzept

zum ganzheitlichen, Lebenszyklusphasen übergreifenden Planen und Gestalten von Produktions- und Logistiksystemen dar.

Im Rahmen dieses Buches werden verschiedene Ziele verfolgt. Zunächst möchten wir im Teil II ein grundlegendes Verständnis für Lean vermitteln. Im Teil III geben wir dem Leser mit dem LPS einen Ordnungsrahmen an die Hand, um das Lean-Wissen einordnen und strukturieren zu können. Im Teil IV fokussieren wir dann auf die Vermittlung der Gestaltungsprinzipien für ein komplettes Produktionssystem, von der Gestaltung des Arbeitsplatzes über die Mehrmaschinenbedienung, die interne Logistik bis hin zur externen Logistik und der Lieferanteneinbindung. Im Teil V werden die Gestaltungsprinzipien noch um Handlungsprinzipien für die Bereiche Führung und Planung ergänzt. Den Abschluss bildet eine Übersicht über die wichtigsten Methoden und Werkzeuge für die Führung und Planung im Teil VI.

Im Teil II geht es zunächst noch gar nicht darum, zu verstehen, was Kanban oder KVP ist. Wir haben uns immer die Frage gestellt, was es bringen soll, wenn die Seminarteilnehmer aus dem ersten „Lean Basic Workshop“ herauskommen und dann Kanban-Kreisläufe berechnen und auslegen können. Wir wollen hier zunächst einmal ein grundlegendes Verständnis für Lean, für das Warum, für die Notwendigkeit einer neuen Denkweise schaffen. Daher arbeiten wir die Schwachpunkte des seit über 100 Jahren eingesetzten Massenproduktionssystems heraus und leiten systematisch die Effekte her, die in vielen Unternehmen heute zu beobachten sind, nämlich hohe Bestände, lange Durchlaufzeiten und nicht zufriedenstellende Termintreue trotz ausufernder Planungs- und Steuerungsaufwände. Dem aufgebauten Argumentationsstrang folgend, wird dann im Weiteren gezeigt, an welchen Stellen sich Lean von der Massenproduktionsdenkweise unterscheidet und wie dann genau die erwähnten negativen Effekte in den Griff zu bekommen sind. Hierfür haben wir über Jahre hinweg das Wissen aus vielen Quellen zusammengetragen und *einfache Modelle und Analogien* erdacht, um dieses Wissen auch wirklich verständlich herüberzubringen. Wir haben mit den hier vorgestellten Inhalten bereits über 4500 Teilnehmer im Rahmen von Weiterbildungen und Vorlesungen geschult und die Erfahrung gemacht, dass sich dann bei der Einführung von Lean viele Diskussionen erübrigen. Die Teilnehmer haben das *Warum* verstanden. Das Womit, also z. B. Kanban einzusetzen, ist dann kein Problem mehr.

Im Teil III des Buches wird dann der bereits erwähnte Ordnungsrahmen aufgebaut, um das Lean-Wissen strukturieren und einordnen zu können. Zunächst stellen wir dem Leser eine Übersicht über das Original, das Toyota-Produktionssystem zur Verfügung. Unserer Meinung nach ist es wichtig, sich mit den ursprünglichen Ideen auseinanderzusetzen, um die vielen verschiedenen Abwandlungen identifizieren zu können. Das Landshuter Produktionssystem (LPS) ist folgendermaßen aufgebaut: Eine *Werteebene* mit den Unternehmenswerten und Handlungsrichtlinien und eine *Ordnungsebene* mit einer Reihe von Prinzipien. Um die Produktions- und Logistikprozesse effizient betreiben zu können, müssen sie zuvor nach

bestimmten Prinzipien gestaltet werden. Aufgabe der Methoden und Werkzeuge ist es, die Prinzipien in die Strukturen und Prozesse des operativen Systems zu überführen. Ein Auditsystem ermöglicht es, immer wieder zu überprüfen, inwieweit der aktuelle Zustand des Unternehmens den gemeinsam gesetzten Werten und Prinzipien entspricht.

Im Teil IV des Buches fokussieren wir genau auf diese *Gestaltungsprinzipien*, auf das Wie. Was häufig fehlt, ist eine strukturierte und weitgehend formalisierte Beschreibung der Gestaltungsvorgaben. Wie soll ein „gutes“ Produktions- und Logistiksystem aussehen? Nur die Methode zu kennen, ist bedingt hilfreich, wenn man das Ziel, wofür diese Methode eingesetzt werden soll, nicht kennt. Um Lean Production zu verstehen, muss man die dahinterliegenden Prinzipien verstehen. Ein Prinzip ist eine verdichtete Handlungsweise zur Gestaltung von Entscheidungsprozessen. Die Wissensvermittlung in Form von Prinzipien, einfachen Faustregeln und Heuristiken ist im Lean Management stark verankert. Mithilfe der Gestaltungsprinzipien zeigen wir Ihnen, wie ein komplettes Lean-System vom Arbeitsplatz, über die internen Logistikprozesse bis hin zum Lieferanten aufgebaut werden sollte.

Der Teil V wurde in der 2. Auflage ergänzt. Da Führung der wichtigste Erfolgsfaktor für den Erfolg eines Unternehmens oder auch Projektes ist, haben wir ein eigenes, zum LPS kompatibles Führungsmodell namens „DATE“ entwickelt. Dies hilft die Rolle der Führung und die verschiedenen Führungsmethoden im Teil VI zu strukturieren.

Wir sind in erster Linie erfahrene Prozessplaner. Diese Erfahrung aus zwei Jahrzehnten haben wir in einem Planungsmodell zusammengefasst, das wir CoMIC nennen. Es dient als Referenzvorgehensmodell für Planer und gibt einen Rahmen für den Einsatz der Planungsmethoden, die ebenfalls im Teil VI des Buches dargelegt werden.

Teil II

Lean verstehen

**Bild II-1**

Computerbild von *Abraham Lincoln* (selbst erstellt, nach dem Vorbild von Harmon 1973)

Wer oder was ist in Bild 1 dargestellt?

Je näher man auf dieses Bild zutritt, desto unkenntlicher wird es. Von Nahem ist kaum erkennbar, dass es sich hier um einen menschlichen Kopf handelt. Man kann zwar Anzahl und Größe der Quadrate messen, die unterschiedlichen Grauwerte bestimmen und in irgendeine Ordnung bringen, doch der Lösung des Problems, nämlich die abgebildete Person als *Abraham Lincoln* zu erkennen, werden Sie mit dieser Vorgehensweise nicht näherkommen – eher im Gegenteil. Erst das Zulassen von Unschärfe, das Bild aus einer größeren Entfernung zu betrachten, stark zu blinzeln oder die Brille abzunehmen, führt zum gewünschten Erfolg, ermöglicht die Mustererkennung. Eine Zerlegung des Problems in Einzelteile und eine noch so detaillierte Betrachtung dieser Einzelteile, egal wie akribisch diese durchgeführt wird, ist hier die falsche wissenschaftliche Methode. Die Funktion der Systemkomponenten – ihre Rolle als Auge, Teil der Gesichtszüge usw. – wird auf diese Weise nicht erkannt (in Anlehnung an Vester 1999, S.54). Um nun im übertragenen Sinne die Wirklichkeit, z.B. eine Fabrik oder eine Produktion, als Ganzes zu erfassen, genügt es eben genausowenig, nur die Details zu betrachten.

Die analytische Vorgehensweise, die Fabrik in Teile zu zerlegen und zu versuchen, die Teile durch die Erfassung noch so vieler Detaildaten zu verstehen, wird zwangsläufig scheitern. *Vester* zufolge gehören zur Mustererkennung in der planerischen Praxis zwei Dinge: „[...] Datenreduktion auf die wesentlichen Schlüsselkomponenten und die Vernetzung dieser Komponenten“ (*Vester* 1999, S. 55). Sobald man die Teile eines Systems verbindet, ist nur noch ein Bruchteil der Daten notwendig, um es mit wenigen Ordnungsparametern zu charakterisieren.

Genau dieses Grundverständnis findet sich in der *Denkweise von Lean* wieder. Eine wichtige Methode, die diese Mustererkennung durch Datenreduktion ermöglicht, ist die Wertstrommethode (vgl. Kapitel 22.1). Mit dieser Methode wird ein Prozess gesamtheitlich von Rampe zu Rampe betrachtet und dabei sowohl auf den Produktionsprozess, den Materialfluss, aber auch auf die Steuerung und die Informationsflüsse eingegangen. Um bei Bild 1 zu bleiben, ist die Wertstromanalyse die Methode, mit der wir „die Augen zusammenkneifen, um den gesamten Lincoln zu erkennen“.

In unserer mehr als 100 Jahre alten *Denkweise der Massenproduktion* machen wir so ziemlich genau das Gegenteil dieser Datenreduktion und der gesamtheitlichen Betrachtung. Wir sind gewohnt, unsere Unternehmen und Produktionssysteme in kleine Scheiben zu zerteilen, und es werden jeweils einzelne Scheiben (Produktion, Logistik, Einkauf usw.) „optimiert“. Typische Auswirkungen dieser Vorgehensweise finden sich in der folgenden Fallstudie.

1

Fallstudie: Massenproduktion vs. Prozessorientierung

Diese Fallstudie soll dazu dienen, einige Denkanstöße zu geben und auf die Ideen im Weiteren vorzubereiten. Es geht nicht darum, ein möglichst exaktes und vollständiges Abbild der Produktion o.Ä. zu zeigen. Auch sind manche Aussagen bewusst provokativ oder überspitzt, um auf bestimmte Probleme und Zielkonflikte hinzuweisen.

■ 1.1 Fallstudie Teil 1



Quelle: Helfrich 2002, S. 179 ff.

Problem:

Die Designer-Leuchtenfirma mit 30 Mitarbeitern produziert ca. 5000 Leuchten pro Jahr. Die Durchlaufzeit der Leuchten von der Bestellung bis zur Auslieferung beträgt ca. *8 Wochen*, stark *schwankend*.

Die *Terminreue* ist sehr schlecht, mit der Folge einer hohen Unzufriedenheit der Kunden. Die Reklamationsquote steigt, auch wegen der niemals eingehaltenen Termine. Das macht sich insbesondere im Weihnachtsgeschäft bemerkbar und führt zu Mindererlösen sowie zu einer starken Ergebnisschmälerung.

Der *Chef bestimmt alles*: Die Reihenfolge der Aufträge, die Zukäufe, den Personaleinsatz, usw. – jede einzelne Tätigkeit wird von ihm fallweise selbst ausgeübt und zwar immer besser als von jedem seiner Mitarbeiter. Der Führungsstil ist extrem patriarchalisch, das Mitdenken der Mannschaft ist nicht gefragt. Auch Organisation ist kein Thema: „Wenn alle nur ihre Arbeit richtig machen würden, dann stünden wir viel besser da ...“

Die Kalkulation (nur auszugsweise) zeigt die folgenden Schwerpunkte:

- *40 % Materialkosten,*
- *12 % Lohnkosten.*

Etwa 10 % der Kosten werden als Reklamationskosten zusätzlich zu den Kosten der Reklamationsbearbeitung ausgewiesen (durch zu späte oder unvollständige Lieferung, Beschädigung beim Transport, Qualitätsmängel ...).

Der Anteil der *Fremdvergaben* ist hoch (Oberflächenbehandlung, Holzbearbeitung, Galvanik). Deswegen müssen die Firmen, die Fremdvergaben ausführen, oft angemahnt und angefahren werden. Ca. 10 % der Arbeitszeit ist eigentlich Fahrzeit.

Von einem Prozessmanagement kann eigentlich keine Rede sein. Im Gegenteil: Der Chef sitzt oft stundenlang an einer Maschine und optimiert (d. h. maximiert) dort auch die jeweilige *Losgröße*, wenn er nicht gerade selbst zu den Unterteilern unterwegs ist.

Ziel:

Die Firmenleitung ist gewarnt durch die stetig sinkenden Margen und beschließt eine Re-Organisation. Die Erträge sollen wieder steigen und zwar auf 20 % Gewinn auf den Umsatz. Ein Turn-Around wird eingeleitet.

Charakteristika der Lösung:

Zuerst werden die konventionellen Lösungen diskutiert:

1. Senken der Löhne (üblicher Versuch und stete Klage, aber dennoch falsch und Ausdruck der Inkompetenz bei einem Anteil von nur 12 % der Gesamtkosten).
2. Billiger Einkaufen: Das ist in der Tat ein noch nicht genutztes Potenzial. Günstige Einkaufsquellen gäbe es z. B. in Italien. Wer jedoch kann italienisch? Wie terminsicher liefern die Italiener?
3. EDV einführen: Zum Beispiel SAP als Maximallösung (dann kann mir als Geschäftsführer nichts passieren ...). Das würde erst einmal Kosten für die Einführung verursachen. Die Rationalisierung ist ein Versprechen ohne Verbindlichkeit. Für die Systempflege fehlt die Kapazität und das Know-how.
4. Erhöhen der Verkaufspreise: Das wird diskutiert, aus Gründen der Wettbewerbsfähigkeit aber verworfen.
5. Anziehen der Zeitwirtschaft: Reduzieren der groben Zeitvorgaben.
6. Ausbauen der „optimalen Losgrößen“: Dazu hätte man jedoch bis zu einem Jahresbedarf auf Lager legen müssen.

■ 1.2 Analyse der Fallstudie

Beginnen wir unsere Analyse mit der *Durchlaufzeit*. Was ist wohl schlimmer? Die acht Wochen Durchlaufzeit oder die starken Schwankungen in der Durchlaufzeit?

Die starken Schwankungen sind das weitaus größere Problem. Die acht Wochen sind zwar sehr lange, aber man kann diese Zeit einplanen. Die Untersuchung der Durchlaufzeiten der einzelnen Produktionsaufträge bei einem realen Beratungsprojekt über einen Zeitraum von zwei Jahren hat ergeben, dass der schnellste Auftrag im Betrachtungszeitraum fünf Tage und der längste >300 Tage benötigt hat. 80% der Aufträge waren weniger als 37 Tage und 50% der Aufträge weniger als 24 Tage im System. Angenommen, Sie sollen als Vertriebsmitarbeiter dem Kunden ein Lieferdatum nennen, welche Lieferzeit geben Sie mit dem beschriebenen Produktionssystem an?

Fünf Tage ist sehr mutig. Wenn Sie 24 Tage angeben, haben Sie eine Termintreue von 50%. Sie könnten 37 Tage angeben. Dann wartet Ihr Kunde fast acht Wochen und Sie haben immer noch erst eine Termintreue von 80%. Was wollen Sie für eine Lieferzeit nennen? 100 Tage vielleicht?

Sie sehen, dass die Schwankungen in der Durchlaufzeit, das größte Problem für die Stabilität in Unternehmen ist. Es macht Unternehmen unsteuerbar.

Wichtig ist weiterhin der Zusammenhang zwischen der Durchlaufzeit und der *Termintreue*. Sie können Termintreue mit dem Versuch, mit einem Stab (Durchlaufzeit) ein kleines Loch (schmales Terminfenster) zu treffen, vergleichen. Mit einem kurzen Stab (also einer kurzen Durchlaufzeit) ist das kein Problem. Aber wenn Sie diese Aufgabe mit einem 8 m langen, schwankenden Stab (acht Wochen Durchlaufzeit, stark schwankend) erfüllen sollen, wird dieses Unterfangen zunehmend schwierig.

Auch, dass der *Chef* alles selbst bestimmen will, stellt ein Problem dar. Zum einen ist es, selbst bei einer geringen Aufgaben- und Führungsspanne, schon nicht mehr möglich, selbst alles besser als die anderen zu können. Zum Zweiten hat dieses Verhalten verheerende Auswirkungen auf die Motivation der Mitarbeiter. Spätestens nach dem zweiten, nicht beachteten Vorschlag werden die Mitarbeiter „innerlich kündigen“.

Was halten Sie von den 40% *Materialkostenanteil*? Ist das im bundesdeutschen Vergleich viel oder wenig? Die Erfahrung aus einer Umfrage und über hundert Schulungen zeigt, dass der Materialkostenanteil systematisch unterschätzt wird. Die Meisten schätzen 30 bis 40% und den Lohnkostenanteil in etwa ebenso hoch. Interessanterweise liegt der Materialkostenanteil im Durchschnitt über alle Industrien aber tatsächlich bei knapp 60%, der Lohnkostenanteil je nach Branche aber nur bei 12 bis 24% (Deutsche Bundesbank, Monatsbericht Dezember 2012, S. 48 f.).

Eine wichtige Ursache für diese Entwicklung ist das Thema Outsourcing und Konzentration auf die Kernkompetenzen. Seit Jahrzehnten steigt der Materialkostenanteil enorm. Allerdings handeln die meisten Manager so, als ob immer noch der Lohnkostenanteil der größte Kostenblock wäre. Schließlich wurden die meisten älteren Manager in hohen Führungspositionen ja auch in einer Zeit ausgebildet, als diese Annahme durchaus noch zutraf.

Auch die meisten ERP-Systeme optimieren die Auslastung des Personals und der Maschinen. Das Material wird häufig nicht einmal erfasst. Überspitzt formuliert: Wir lassen 60% der Kosten warten, um 12 bis 24% der Kosten voll auszulasten!

Unser Umfeld ändert sich kontinuierlich. Wir sollten uns die Frage stellen, ob wir eigentlich noch die richtigen Größen mit den richtigen Werkzeugen optimieren.

Sind aus Ihrer Sicht *Fremdvergaben* generell gut oder schlecht? Vermutlich kann man die Frage so nicht beantworten. Es gibt sicherlich viele Gründe für ein Outsourcing, z. B. fehlende technische Kompetenz oder zu geringe Auslastung teurer Anlagen. Dennoch wird heutzutage viel zu häufig auf Basis einer zu einfachen Kostenbetrachtung outgesourct. Es werden lediglich direkt die Lohnkosten pro Teil verglichen. Besonders herausragend war in einem Beratungsprojekt ein Bauteil, das für 15 Sekunden Fertigungszeit nach Bulgarien gefahren wurde. Laut Controlling rechnete sich das. Allerdings erhöhten der Transport und der Durchlauf im Werk in Bulgarien die Durchlaufzeit um (sage und schreibe) neun Wochen. Was aber kosten nun neun Wochen Durchlaufzeit? Der Controller konnte das nicht in Euro fassen, damit war es nicht entscheidungsrelevant. Kann das richtig sein?

Fremdvergaben führen in den meisten Fällen durch die Transporte und die notwendigen zusätzlichen Schnittstellen zu längeren Durchlaufzeiten und machen den Prozess langsamer. Fragen Sie sich, ob Sie das bei Ihren Entscheidungen einbeziehen. Die Erfahrung aus vielen Beratungsprojekten zeigt, dass dieser Aspekt meist nicht berücksichtigt wird.

Ein weiteres Phänomen sind die *Losgrößen*. Der Chef in unserem Beispiel „optimiert“ in stundenlanger Arbeit die Losgrößen an einzelnen Maschinen. Machen wir folgendes Gedankenexperiment: Sie sind mit Ihrem Unternehmen hoffnungslos im Lieferrückstand. Die Telefone laufen heiß, weil sich alle Kunden beschweren. Welche Anweisung geben Sie dem Werker an der Maschine in dieser Situation bezüglich der Losgröße: Hoch oder runter setzen?

Hier zeigt die Erfahrung aus Hunderten Schulungen, dass die Leute, je näher Sie dem Management und einer kostenorientierten Denkweise sind, antworten, dass die Losgröße hoch gesetzt werden muss. Ihr Gedanke: Die Zeit ist eh schon zu knapp, und wenn wir jetzt noch öfter rüsten, steht die Maschine ja noch mehr Zeit.

Je näher die Leute dem Kunden oder der „Maschine in der Fertigung“ sind, umso eher kommt die Antwort: Runter mit der Losgröße. Ihr Gedanke: Was helfen mir

1000 Stück rechnerisch kostengünstig hergestellte Stücke A, für die die Maschine eine ganze Schicht läuft, wenn der Kunde B will?

Wir treffen auf einen klassischen Zielkonflikt. Was ist nun richtig? Viele Unternehmen erleben diesen Zwiespalt regelmäßig im Monatsrhythmus. Am Monatsanfang wird streng auf die Einhaltung der „optimalen Losgröße“ geachtet, weil ja kostengünstig produziert werden soll. Gegen Monatsende, wenn die Termine drücken oder noch „vorher fakturiert werden soll“, dann spielt die Losgröße plötzlich keine Rolle mehr. Am nächsten Monatsersten wird dann aber wieder streng nach Losgröße produziert. Woher kommt dieser scheinbar unlösbare Zielkonflikt?

Das Losgrößendenken entstammt der *kostenorientierten Denkwelt*. Die kleinen Losgrößen entstammen der *durchsatzorientierten Denkwelt*.

Die kostenorientierte Vorgehensweise versucht auf Basis weniger Parameter ein „optimales Ergebnis“ zu erreichen. Dabei gibt es zwei gravierende Probleme: Erstens muss man sich ernsthaft die Frage stellen, ob überhaupt alle entscheidungsrelevanten Parameter kostenmäßig erfassbar sind. Man denke nur an die Frage, was mögen wohl 9 Wochen Durchlaufzeit in Euro bewertet kosten? Das zweite Problem ist, dass auf Basis kostenrechnerischer Ansätze versucht wird, ein eigentlich dynamisches System statisch zu optimieren.

Lean optimiert die Losgröße NICHT auf Basis von Kosten, sondern nur auf Basis von Zeiten und Kapazitäten mithilfe des EPEI (mehr zu dieser Maßzahl zur Bestimmung der Losgröße in Kapitel 22.1).

Werfen wir noch einen kurzen Blick auf die „üblichen“ Lösungsvorschläge:

Häufig wird tatsächlich an der Lohnkostenschraube gedreht. Natürlich bringt das Effekte. Aber drehen wir hier nicht ein viel zu „kleines Rad“ bei nur 12 bis 24 % Lohnkostenanteil? Das „große Rad“, die 60 % Materialkostenanteil, sollten wir angehen, aber das ist wesentlich schwieriger.

Dass der Einkauf noch viele Potenziale beinhaltet, ist sicherlich bei vielen Unternehmen richtig. Aber hier findet sich auch wieder ein ideales Feld für lokale Suboptima. Der Einkäufer optimiert sich auf Kosten anderer Abteilungen, beispielsweise der Frachtkosten oder der Nacharbeit in der Produktion. Die Einkäufer machen dies aber natürlich nicht, weil sie „dumm“ sind, sondern weil sie durch unsere Systeme mit Kennzahlen und Zielvorgaben dazu getrieben werden. In einem Beratungsprojekt fand sich hierfür ein typisches Beispiel. Nach monatelanger Optimierung, Schulungen und Vor-Ort-Besuchen, war ein problematischer Lieferant von Gussteilen endlich so weit, dass er mit passablen Ausschussquoten geliefert hat. In einer der Teambesprechungen kommt ein freudestrahlender Einkäufer hinzu und verkündet, er habe einen Lieferanten gefunden, der das Bauteil NOCH billiger liefern würde. Hurra! Dann fahren wir eben wieder sechs Monate lang zum Lieferanten, nur diesmal 1000 km statt 400 km. Aber diese vielen hundert Ingenieurstunden sind ja nicht im Budget des Einkäufers enthalten. Er hat alle seine Zielvorgaben erreicht.

Der nächste Lösungsvorschlag: EDV einführen. Löst EDV irgendein Problem? EDV schafft sicherlich Transparenz, aber EDV kann kein Problem lösen, das in den Prozessen und der Organisation zu suchen ist. Zunächst sind immer erst die Prozesse „gerade zu ziehen“, erst dann kann EDV helfen, nicht andersherum. In einem Beratungsprojekt zur Organisationsstruktur kam der Vorschlag, doch der SAP-Abteilung die Führung bei der Umorganisation zu überlassen. Die Idee: Dann passt die Organisationsstruktur perfekt zu SAP. „Wackelt da nicht der Schwanz mit dem Hund?!?“

■ 1.3 Fallstudie Teil 2: Lösungsvorschläge



Quelle: Helfrich 2002, S. 179 ff.

Jeder sieht ein, dass die herkömmlichen *Suboptima* und auch eine EDV-Einführung keine durchgreifende Sanierung ermöglichen würden. Jetzt kommt der Gedanke der *Prozess-Orientierung*, der Auftragsdurchsteuerung in die Diskussion. Profitcenter ist der einzelne Kundenauftrag. Damit ergeben sich ganz neue Lösungsansätze.

Die neuen Lösungen sind die folgenden:

1. *Prozessglättung*: Jeder Auftrag wird zu Ende bearbeitet, und die zahlreichen Zwischenlagerungen durch die Auftragszusammenfassungen entfallen. Die Rüstzeiten steigen allerdings von ca. 5 auf ca. 9% der Gesamtkapazität an.
2. *Neukonstruktion* im Hinblick auf die Materialkosten (besonders wirkungsvoll, da am Anfang der Prozesskette).
3. Die *Engpässe* werden rechtzeitig geplant. Das sind die Oberfläche und die Montage.
4. Es wird eine einfache Grobplanung (MS-Access) eingerichtet, mit deren Hilfe die Materialien umgelegt werden. Es entsteht eine Art Frühwarnsystem für die wirklich wichtigen Fälle. Alles Übrige wird NICHT zentral gesteuert, sondern von den Ausführenden vor Ort selbst.
5. Der Chef zieht sich aus der operativen Feinplanung zurück (das ist der schwierigste Teil).
6. Einrichten einer Funktion Logistik (oder Prozesssteuerung). Die Logistik bedient das Frühwarnsystem und verhandelt mit den Unterlieferanten über die künftigen Just-in-time-Lieferungen in Verbindung mit einer drastischen Erhöhung der Termintreue.
7. Einführen von regelmäßigen Organisationsbesprechungen der Belegschaft mit der Firmenleitung.

Ergebnis:

- Partnerschaftliche Problemlösung.
- Einfache Organisation: Keine komplizierte EDV-Einführung.
- *Frühwarnung*: Nur mit genügend großer Vorwarnzeit kann man agieren und Problemlösungen organisieren.
- Die *ganzheitliche Betrachtung* des Prozesses (= Kundenauftrag) bringt den Erfolg, nicht eine Optimierung der Losgröße, Einzelfahrt, des Arbeitsganges u. a.!

■ 1.4 Analyse der Lösungsvorschläge

Auch auf die „prozessorientierten“ Lösungsvorschläge wollen wir einen gemeinsamen Blick werfen.

Was versteht man unter *Prozessglättung*? Betrachten wir einen üblichen Prozessablauf in einem Unternehmen: Gussteile kommen in einer Gitterbox in den Wareneingang, werden bearbeitet und eingelagert – Teile werden ausgelagert, gewaschen und wieder eingelagert, natürlich mit einer neuen Teilenummer „Teil gewaschen“ – Teil wird ausgelagert, lackiert und wieder eingelagert mit der Teilenummer „Teil lackiert“ – Teil wird ausgelagert, und es wird höchst effizient ein anderes Teil montiert. Die Baugruppe wird eingelagert mit der Teilenummer „Baugruppe montiert“ – nun wird das Teil ausgelagert, verpackt und vielleicht gleich versendet oder als „Baugruppe verpackt“ nochmals eingelagert.

Das Beispiel soll zeigen, dass wir unsere Prozesse endlos zerstückeln und nur die „Scheibchen“ optimieren. Dazwischen, zwischen den perfekt optimierten Einzelscheiben, verlieren wir die Zeit. Prozessglättung bedeutet, den Auftrag bis zum Ende fertigzumachen. Das Ziel der Optimierung muss der Kundenauftrag sein, nicht die optimale Einzelscheibe.

Welchen Einfluss hat Ihrer Meinung nach die *Konstruktion* auf die Kosten des Endprodukts (in %)? Man sagt, dass ca. 70 bis 80 % der Kosten in ein Produkt „hineinkonstruiert“ sind. Auch dieser Einfluss wird systematisch unterschätzt, wie die Erfahrung aus Hunderten Schulungen zeigt. Im Umkehrschluss können wir im laufenden Seriengeschäft der Produktion mit all unseren Optimierungs-Workshops usw. nur noch max. 20 bis 30 % der Kosten beeinflussen. Im Rahmen eines derartigen Optimierungs-Workshops wurde nach Möglichkeiten gesucht, die Montagezeiten in der Automobilindustrie zu verkürzen. Im vorliegenden Fall wurde eine Innenverkleidung viermal geschraubt. Bei einem Konkurrenzprodukt aus Asien wurde dieses Bauteil geclipst, was eine Zeiteinsparung von ca. 90 % erbracht hätte.

Leider konnte diese Einsparung aber mehrere Jahre lang nicht umgesetzt werden, da die notwendige Änderung auch eine Anpassung des Seitenwandrahmens nach sich gezogen hätte – eine in der laufenden Serie praktisch ausgeschlossene Änderung. An diesem Beispiel wird klar, dass diese 90% Mehrkosten für die Montage der Innenverkleidung in das Fahrzeug „hineinkonstruiert“ sind.

Die wichtigste Erkenntnis, die Sie aus dieser Fallstudie mitnehmen sollten, ist der letzte Satz bei Helfrich: „Die ganzheitliche Betrachtung des Prozesses bringt den Erfolg, nicht die noch so optimal gestaltete Einzelscheibe.“ Häufig wird die Frage gestellt: Was soll ich nun optimieren? Die Personalkosten oder die Maschinenkosten? Weder noch: Den Kundenauftrag sollten Sie optimieren. Der Kunde bezahlt Sie schließlich für Ihre Tätigkeiten.

2

Massenproduktion: Einzeloptimierung der Systemteile

Nach diesen vorbereitenden Gedanken, sollen die Unterschiede in der Denkweise zwischen der klassischen Massenproduktion und Lean Production herausgearbeitet werden. Hierzu ist es hilfreich, zunächst einen genaueren Blick auf die Massenproduktion, das übliche Produktionssystem seit etwa 100 Jahren zu werfen.

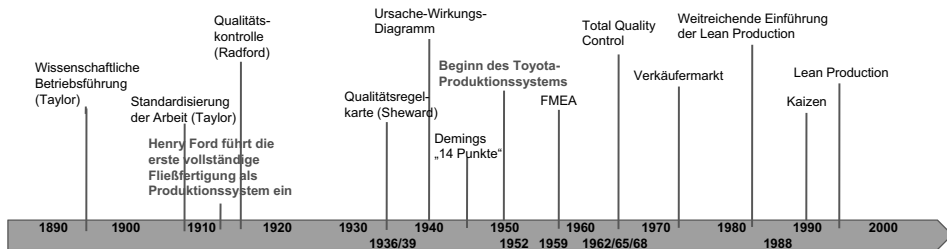


Bild 2.1 Zeitleiste zur Entwicklung der Produktionssysteme

Ausgehend von der handwerklichen Produktion vor dem ersten Weltkrieg führte *Henry Ford* die industrielle Massenproduktion ein. 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.). Diese Form der Produktion breitete sich nach 1913 in den westlichen Industrienationen rasch aus und wurde zur vorherrschenden Methode der modernen Herstellung von Gütern.

Während *Ford* der Praktiker war, war *Frederick Winslow Taylor* eher der Theoretiker. Er wird häufig als *Vater der wissenschaftlichen Betriebsführung* bezeichnet. Prägend für diesen Begriff ist die präzise Erfassung aller betrieblichen Tätigkeiten und Abläufe. Das revolutionierend Neue an dem Ansatz war die *Vorherbestimmung der zur Arbeit gebrauchten Zeit*. Um dies zu erreichen und die menschliche Arbeitskraft effizient einsetzen zu können, führten er und *Frank B. Gilbreth* umfangreiche Zeitstudien durch.

Zur Optimierung der Abläufe setzte *Taylor Planungs- und Kontrollabteilungen* ein – der Beginn der funktionalen Organisationsunterteilung.

Die bedeutendste Idee zur Rationalisierung der Arbeit war aber wohl die *Arbeitsteilung*. Bis heute liegt das Prinzip der Arbeitsteilung, wenn auch in variierender Intensität, jeglicher Form der industriellen Arbeit zugrunde und wird nicht hinterfragt (vgl. Pfeiffer/Weiß 1992, S.20f.).

Toyota begann nach dem Zweiten Weltkrieg mit dem Aufbau eines eigenen Produktionssystems, dem sogenannten Lean Production-System. Die westliche Welt nahm von dieser Entwicklung allerdings erst Anfang der 1990er-Jahre entsprechende Notiz.

■ 2.1 Zentrale Methode – das REFA-Verfahren

Auf die Ideen von *Taylor* und die Zeitstudien von *Gilbreth* baut MTM (Methods Time Measurement) auf, eine heute in der industriellen Fertigung weitverbreitete Methode zur Analyse von Arbeitsabläufen. Im deutschen Sprachraum wurden diese Ideen und Methoden durch *REFA* aufgenommen und weiter ausgebaut.

Sehr bekannt ist beispielsweise die *REFA-Formel* zur Ermittlung der Auftragszeit:

$$\text{Auftragszeit } t_a = \text{Rüstzeit } t_r + \text{Stückzahl} \times \text{Einzelarbeitszeit } t_e$$

Diese Formel bildet die Grundlage vieler Kalkulationsverfahren und wird in den meisten ERP-Systemen verwendet. Die Parameter werden anhand des REFA-Schemas detailliert (Bild 2.2 in Anlehnung an REFA 1984, S.42). Die Rüstzeit setzt sich aus einer Rüstgrundzeit, einer Rüsterholzeit und einer Rüstverteizeit zusammen. Ebenso kann die Ausführungszeit in eine Grundzeit unterteilt werden, die sich wiederum in beeinflussbare und nicht beeinflussbare Elemente aufsplitten lässt usw. Der Punkt ist, dass die Formel zwar äußerst detailliert ausgearbeitet und begründet ist, jedoch ein ganz entscheidender Bestandteil komplett fehlt. Welcher?

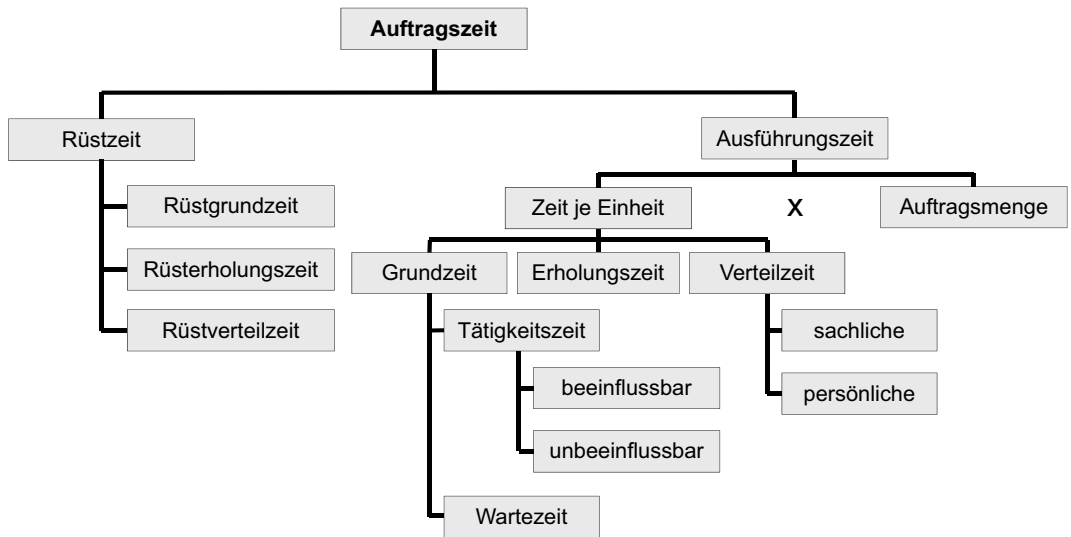


Bild 2.2 Das REFA-Schema (in Anlehnung an REFA 1984, S. 42)

Die *Übergangszeiten* fehlen. Es werden ausschließlich die Rüst- und die Bearbeitungszeiten betrachtet. Die kompletten Zeiten für das „Liegen nach der Bearbeitung“, inklusive der Kontrolle, dem Transport zur nächsten Bearbeitungsstation und das „Liegen vor der Bearbeitung“, werden nicht berücksichtigt (vgl. Wiendahl 1997, S. 36). Daher hat REFA in der Vergangenheit für die Probleme der Durchlaufzeitverkürzung und der Terminalsicherheit keine wirksamen Methoden entwickelt (vgl. Helfrich 2002, S. 11).

Auf das eingangs gezeigte Computerbild von *Abraham Lincoln* übertragen, bedeutet das, dass die REFA-Formel äußerst exakt die einzelnen Quadrate betrachtet, aber eben nicht die Verbindung zwischen den Quadraten.

Interessanterweise machen aber genau diese Übergangszeiten, im Speziellen die Liegezeiten, bis zu 90 % der Durchlaufzeit aus (vgl. Stommel/Kunz 1973; zitiert aus Kiener, Maier-Scheubeck, Obermaier, Weiß 2006, S. 219). Anders ausgedrückt, wir planen mit hohem Detailaufwand ca. 10 % der Durchlaufzeit exakt und schätzen ca. 90 % nur grob. Folglich werden 90 % der Durchlaufzeit weder systematisch gemangelt noch kontinuierlich verbessert.

■ 2.2 Leitidee: Einzeloptimierung der Systemteile

Die zentrale *Leitidee* seit *Taylor* ist:

„Wenn man jede einzelne Funktion optimiert, dann ist automatisch das Gesamtsystem optimiert und erreicht den maximalen Erfolg.“ (vgl. Helfrich 2002, S.212).

Leider ist diese Leitidee falsch. Auch wenn Teile des Systems einzeln betrachtet, für sich optimal erscheinen mögen, bedeutet dies noch lange kein optimales Gesamtsystem. Man denke beispielsweise nur an einen Einkäufer, der seinen Teil des Systems optimiert und äußerst günstig einkauft, dabei aber die Mehraufwände in der Logistik oder in der Produktion für minderwertige Qualität vernachlässigt. Genauer wird hierauf im Weiteren noch an zahlreichen Stellen eingegangen.

Anders ausgedrückt, bedeutet diese Leitidee: *Jede Ressource muss zu 100% ausgelastet sein*. Somit lässt sich erahnen, woher die beim Management stark im Vordergrund stehende *Fixierung auf eine hohe Auslastung* stammt. Leider ist aber auch dies falsch, wie in Kapitel 2.4.1 noch ausführlich gezeigt wird.

Woher kommt das *Denken in großen Losgrößen*? Stellen Sie sich einfach die Frage: Welcher Parameter in der REFA-Formel ist am einfachsten zu beeinflussen?

Vermutlich die Stückzahl, oder nicht? Rüstzeiten und Einzelbearbeitungszeiten zu reduzieren, ist mit viel Arbeit verbunden. Die Stückzahl zu erhöhen, also die Losgröße anzupassen, ist nur ein „Federstrich“ – und schon passt das Ergebnis. Dies mag uns den Blick auf die eigentliche Problemursache, die hohen Rüstzeiten, vernebeln. Das Problem ist, dass all die Losgrößenformeln, die in der Literatur zu finden sind, am eigentlichen Problem „vorbeioptimieren“. Die Wurzel des Übels ist die Rüstzeit, somit kann die Lösung also nicht die noch so geschickte Ermittlung der Stückzahlen sein.

■ 2.3 Weltbild der Massenproduktion: Die Welt ist eine Maschine

Die Wurzeln der Massenproduktion stammen aus einer Zeit der absoluten Technikgläubigkeit. Die Denkweise, komplexe Systeme im Detail beherrschen zu wollen, entspricht dem *konstruktivistisch-technomorphen Paradigma*. Das Grundmodell des technomorphen Paradigmas ist die *Maschine*. Diese steht stellvertretend für eine Vorgehensweise, bei der die Gesamtheit in kleinste Teile bzw. Aufgaben zerlegt wird, die daraufhin alle im Detail geplant und gesteuert werden können.

Sehr gut zum Ausdruck kommt die Kritik an diesem Weltbild bereits in *Charlie Chaplins* Meisterwerk „Modern Times“ aus dem Jahr 1936. Ein Unternehmen wird in einer Szene als Maschine dargestellt, die mit ein paar Hebeln und Einstellungen sogar einfach rückwärtslaufen kann.

Trotz beachtlicher Erfolge dieser Vorgehensweise, gerade im Maschinenbau, darf dies nicht darüber hinwegtäuschen, dass im jeweiligen Anwendungsfall die nötigen Anforderungen erfüllt sein müssen. Die konstruktivistisch-technomorphe Denkweise wird nur dort zu positiven Ergebnissen führen, wo die *Gesamtaufgabe* bereits vorab *bis ins kleinste Detail* zerlegt und geplant werden kann. „Sie muss aber zwangsläufig dort scheitern, wo die Umstände dafür nicht geeignet sind, also im Bereich sehr großer Komplexität. Dies bedeutet nichts anderes, als dass wir den zukünftigen Verlauf eines komplexen Prozesses sowie die Verhaltensweisen eines komplexen Systems nicht prognostizieren können [...]“ (Malik 2009, S. 35–37).

Dies ist nun ein zentraler Punkt, um Lean zu verstehen: Wenn man an dieser Stelle zum Schluss kommt, dass das Weltbild der Maschine falsch ist, muss man konsequenterweise auch alle auf diesem Weltbild aufbauenden Ideen, Vorgehensweisen, Formeln, Optimierungsalgorithmen usw. als falsch ansehen. Zumindest sollten die mit derartigen Methoden ermittelten Ergebnisse mit größter Vorsicht behandelt und keinesfalls als die „absolute Wahrheit, weil rechnerisch ermittelt“ angesehen werden. Dies trifft wohl auf sehr viele Ideen der BWL und der Operation Research usw. zu.

Interessant daran ist, dass dies eine Lösungsmöglichkeit für die scheinbaren Zielkonflikte aus der Designerleuchten-Fallstudie bietet. Nehmen wir das Beispiel der Losgröße. Rein rechnerisch betrachtet ist nichts gegen die Logik großer Losgrößen einzuwenden. Der Zielkonflikt ist eigentlich nicht lösbar. Führt man sich aber vor Augen, dass die klassische Losgrößenformel von *Andler* aus dem Jahr 1929 auf dem Weltbild der Maschine basiert, zeigt sich hier ein Ausweg aus diesem Dilemma. Das Problem, das auch viele andere Optimierungsalgorithmen haben, ist, dass ein eigentlich dynamisches System statisch betrachtet und optimiert wird. Das Ergebnis ist somit nur die „halbe Wahrheit“. Dummerweise ist es den meisten Methoden und Werkzeugen nicht anzusehen, welches Weltbild der Erfinder der Methode in diesem Moment im Hintergrund hatte. Niemand schreibt unter seine Methode: „ACHTUNG! Basiert auf dem Weltbild der Maschine“. Sie müssen selbst kritisch überprüfen, ob auch rechnerisch logisch klingende Lösungen wahr sein können.

■ 2.4 Die Auswirkungen dieser Leitidee

Im Folgenden werden anhand verschiedener Modelle die Auswirkungen und Probleme erläutert, die durch die Leitidee der Einzeloptimierung der Systemteile und das Maschinenweltbild verursacht werden.

2.4.1 Auslastung 100% – eine falsche Religion

Wie dargestellt, ist die Leitidee der Massenproduktion jede einzelne Ressource zu 100% auszulasten. Es gibt jedoch einen nicht-linearen Zusammenhang zwischen der Auslastung eines Systems und der Durchlaufzeit. Über ca. 85% Auslastung nimmt die Durchlaufzeit durch Variation der Prozess- und Ankunftszeiten exponentiell zu.

Kingman führt die Entstehung von Warteschlangen vor allem auf den sogenannten Dehnungseffekt in der Produktion zurück.

Das Problem ist, dass die Systemdynamik, also die Wechselwirkungen innerhalb des Produktionssystems (Bicheno/Gerke-Cantow 2019, S. 8), bei den Berechnungen und Auswertungen nicht berücksichtigt werden (Suri 2017, S.166 ff.). Die gängigen Systeme verwenden nur statische Werte. Beispielsweise werden die Durchlaufzeit und die Verfügbarkeit manuell in das System eingetragen und sind nicht Teil des Planungsprozesses, sondern fixes Eingangsdatum! Dadurch treten in einer Produktion Warteschlangen auf.

Die Reaktion der Disponenten auf all diese Probleme ist, dass diese als „Terminjäger“ agieren damit wichtige Aufträge doch noch innerhalb des zugesagten Zeitfensters fertiggestellt werden können (Suri 2017, S. 36 f.). Dies geschieht jedoch auf Kosten der restlichen Aufträge im WIP, deren Wartezeit und Durchlaufzeit weiter steigt - auch hier ein Teufelskreis. Das Ergebnis einer Umsortierung der Auftragsreihenfolge führt zu schwankenden und unvorhersehbaren Durchlaufzeiten. Aufträge sind nicht mehr planbar und eine akzeptable Termintreue ist nur bedingt und mit einem sehr hohen Steuerungsaufwand erreichbar.

Da in jedem System ein gewisses Maß an Variation auftritt, ist die maximale Auslastung eine weit verbreitete Fehlannahme.

2.4.2 Hohe Bestände verursachen lange Durchlaufzeiten

Lassen Sie uns das Problem der Durchlaufzeiten noch etwas näher betrachten. Werfen wir einen Blick auf den *Zusammenhang* zwischen dem *Bestand* in der Fertigung (WIP – Work in Process) und der *Durchlaufzeit*.

Ein Produktionssystem kann durch ein System von Trichtern dargestellt werden, wie dies in Bild 2.3 zu erkennen ist.

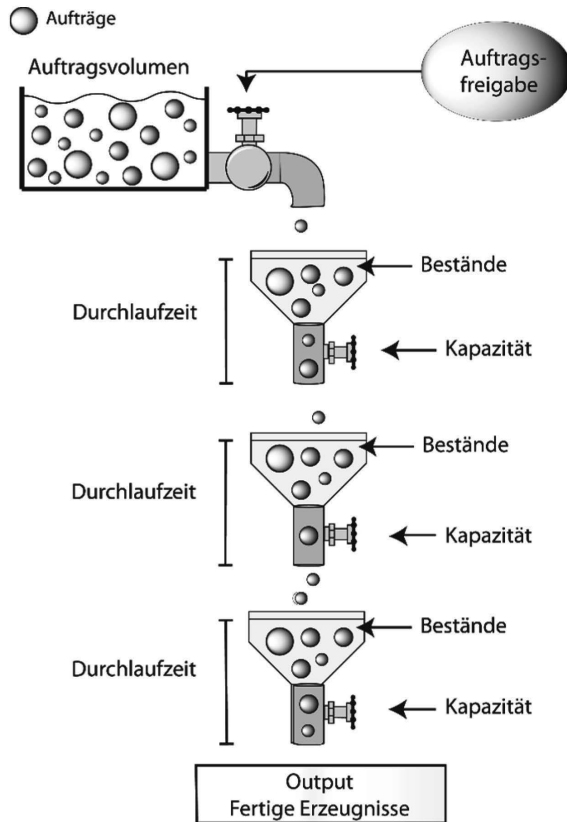


Bild 2.3 Das Trichtermodell zeigt den Zusammenhang zwischen Bestand und Durchlaufzeit in einem Produktionssystem (in Anlehnung an Wiendahl 1997)

Das *Trichtermodell* ist ein Planungshilfsmittel, um die Konsequenzen einer bestimmten Auftragsfreigabe unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Kapazität auf die Entwicklung der Bestände und der mittleren Durchlaufzeiten für den Planungszeitraum sichtbar zu machen. Der „Wasserstand“ im Trichter symbolisiert dabei den Bestand (gemessen in Arbeitszeit), die Höhe des Pegels bis zum unteren Ende des Trichters symbolisiert die Durchlaufzeit (in Anlehnung an Wiendahl 1997). Werden nun bei gleichbleibender Kapazität zusätzliche Aufträge für die Produktion freigegeben, führt dies zwangsläufig zu einer steigenden mittleren Durchlaufzeit.

Da dieser Effekt von der aktuellen Kapazitätsauslastung abhängt, fällt es den Unternehmen schwer, diesen Zusammenhang zu erkennen. Bei geringer Kapazitäts-

auslastung kann der zusätzliche Bestand abgearbeitet werden, die Durchlaufzeit steigt nicht. Der Effekt tritt erst nahe der Kapazitätsgrenze auf. Da aber, wie wir zuvor gesehen haben, eine Kapazitätsauslastung von 100% das seit *Taylor* angestrebte Ziel der meisten Unternehmen ist, ist davon auszugehen, dass der Effekt der steigenden Durchlaufzeiten in den meisten Produktionssystemen auftreten wird.

2.4.3 Das Durchlaufzeitsyndrom – ein Teufelskreis aus Einzeloptimierungen

Um die Zusammenhänge in einem Unternehmen zu verstehen, benötigen wir noch ein weiteres Modell: das sogenannte *Durchlaufzeitsyndrom* (Bild 2.4) (in Anlehnung an Wiendahl 1997, S. 8).

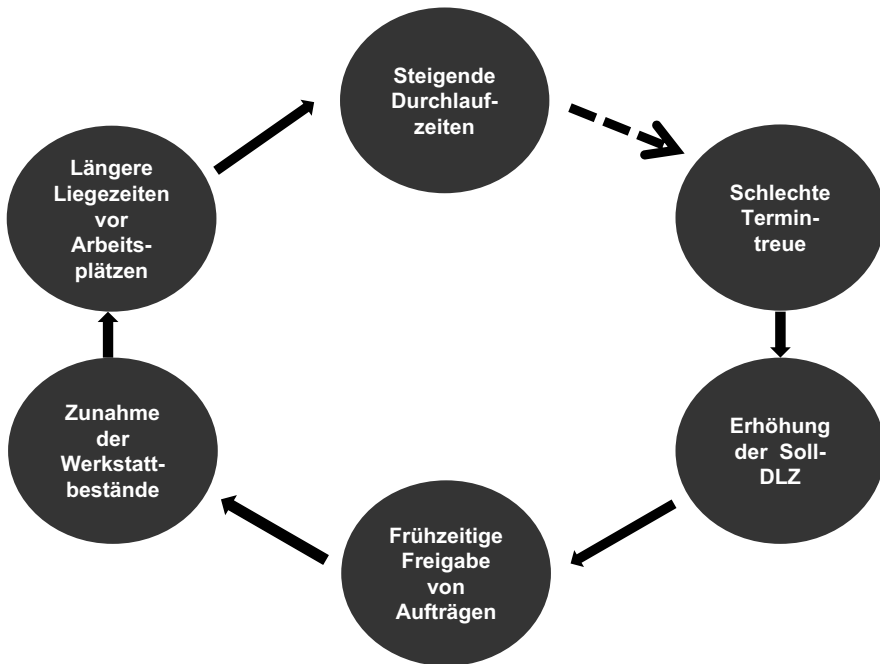


Bild 2.4 Das Durchlaufzeitsyndrom verdeutlicht den Zusammenhang zwischen Bestand, Durchlaufzeit und Termintreue (in Anlehnung an Wiendahl 1997, S. 8 ff.)

Dies soll anhand eines Beispiels erläutert werden: Der Vertrieb stellt fest, dass der Kunde nicht innerhalb der bisher versprochenen Lieferzeit von vier Wochen beliefert werden kann und verspricht dem Kunden künftig fünf Wochen Lieferzeit. Der Produktionsplaner will diese für eine termintreue Lieferung nun mehr zur Verfü-

gung stehende Zeit nutzen, er erhöht die Soll-Durchlaufzeit des Auftrags und gibt den Auftrag früher frei. Nun greift der Zusammenhang, der im Trichtermodell beschrieben wird: Wenn nahe der Kapazitätsgrenze operiert wird, steigt der WIP und damit zwangsläufig auch die Durchlaufzeit. In der Folge wird die Termintreue noch schlechter. Das Unternehmen ist in einem Teufelskreis gefangen.

Warum erkennt das Unternehmen diesen Zusammenhang nicht? Zum einen sind die jeweiligen (Teil-)Entscheidungen auf mehrere Abteilungen verteilt, die für sich, in ihrem kleinen „Quadrat“ (in unserem Lincoln-Bild), durchaus eine nachvollziehbare Einzelentscheidung treffen. Was bleibt beispielsweise dem Vertriebsmitarbeiter anderes übrig, als eine längere Lieferzeit zu nennen?

Zweitens tritt der Effekt nicht immer, sondern, wie vorher beschrieben, nur in Verbindung mit einer hohen Auslastung auf.

Und drittens wird der Effekt durch viele andere Effekte im Unternehmen überlagert und damit verdeckt.

Das Durchlaufzeitsyndrom tritt auch auf anderen Ebenen im Unternehmen auf. Nehmen wir an, eine Produktionsabteilung hat ein Problem mit der Termintreue der internen Logistik. Eine Lieferung wurde zu spät gebracht, es konnte nicht produziert werden. Die äußerst wichtige Kennzahl der Produktivität war an diesem Tag somit schlechter als geplant. Der zuständige Gruppenleiter will verhindern, dass ihm das noch einmal passiert und ruft die nächste Lieferung einfach eine Schicht vorher ab. Er erhöht somit die Soll-Durchlaufzeit und gibt den Anlieferungsauftrag an die interne Logistik frühzeitig frei. Damit steigen der Auftragsbestand in der Logistik und die mittlere Durchlaufzeit der einzelnen Aufträge, die Termintreue der Logistik nimmt noch weiter ab. Als Reaktion ruft die Produktion die Teile zwei Schichten früher ab ...

Auch die Qualitätssicherung trägt ihren Teil zum Problem bei. Eine schlechte Qualität führt dazu, dass ein Prüfschritt eingeführt wird. Die Qualitätssicherung benötigt Zeit, um diese Prüfung durchzuführen. Nehmen wir beispielsweise eine Schicht an. Somit muss die Soll-Durchlaufzeit um eine Schicht erhöht werden, es wird früher freigegeben, der Bestand im System und die Durchlaufzeit steigen. Wir sehen, auch die Qualitätssicherung ist Teil des Teufelskreises.

Das Durchlaufzeitsyndrom zeigt, dass für den Einzelnen durchaus sinnvoll erscheinende Entscheidungen, ganzheitlich betrachtet, absolut kontraproduktiv sein können. Mit Bezug auf das Eingangsbild von *Abraham Lincoln* bedeutet dies, dass man einige Schritte zurücktreten, die „Augen zusammenkneifen“ und das gesamte System betrachten sollte, um derartige Zusammenhänge zu erkennen.

2.4.4 Schlechte Termintreue durch stark schwankende Durchlaufzeiten

Das Trichtermodell hat uns den Zusammenhang zwischen dem Bestand in einer Produktion und der mittleren Durchlaufzeit gezeigt. Der für die Termintreue wohl wichtigste Faktor ist eine stabile Durchlaufzeit. Viele Unternehmen kämpfen in der Praxis nicht nur mit langen, sondern vor allem mit *stark schwankenden Durchlaufzeiten*. Die Untersuchung der Durchlaufzeiten der einzelnen Produktionsaufträge bei einem realen Beratungsprojekt über einen Zeitraum von zwei Jahren hat ergeben, dass der schnellste Auftrag im Betrachtungszeitraum fünf Tage und der längste > 300 Tage benötigt hat (vgl. Kapitel 1.2). 80 % der Aufträge waren weniger als 37 Tage und 50 % der Aufträge weniger als 24 Tage im System. Angenommen, Sie sollen als Vertriebsmitarbeiter dem Kunden ein Lieferdatum nennen. Welche Lieferzeit geben Sie mit dem beschriebenen Produktionssystem an?

24 Tage? Dann haben Sie eine Termintreue von 50 %. 37 Tage? Ihr Kunde wartet fast zwei Monate und Sie haben trotzdem nur eine Termintreue von 80 %. Wie viele Tage wollen Sie also versprechen, damit Sie sicher liefern können? 60 Tage? 100 Tage?

Das Beispiel zeigt sehr deutlich, dass die stark schwankenden Durchlaufzeiten das System *unsteuerbar* machen und für die Termintreue das größte Problem im Unternehmen darstellen.

Um die Schwankungen der Durchlaufzeit zu erklären, benötigen wir ein weiteres Modell. Hierfür wurde vom Autor das sogenannte „Wursthautmodell“ entwickelt (Bild 2.5).¹

Die Kugeln in Bild 2.5 symbolisieren Aufträge. Diese sind, gemessen in Arbeitsstunden, unterschiedlich groß. In der Produktion warten, beginnend von links in der Vormontage, viele Aufträge auf die Bearbeitung. Die erste Ausstülpung der „Wursthaut“ mag eine Dreherei, die zweite eine Lackiererei darstellen, also Vorstufen, in denen jeweils Unterbaugruppen für die Endmontage gefertigt werden. Weiter nach rechts fließen die Einzelteile und Baugruppen dann in die Endmontage und über den Versand schließlich aus unserem Modell heraus.

Das Bild einer „Wursthaut“ soll zum einen verdeutlichen, dass ein Push-System immer vom Beginn des Wertschöpfungsprozesses her „gepusht“ wird. Soll hinten am System mehr herauskommen, wird vorne mehr ins System „hineingepresst“. Viele Unternehmen haben dies während der Wirtschaftskrise bemerkt. Wenn vorne im System „beschleunigt“ wird, muss auch vorne „gebremst“ werden, d. h., wenn der Kunde am Ende des Systems nichts mehr abnimmt, wird aufgehört, vorne mehr hineinzupressen. Aber siehe da – das System hält wochenlang nicht

¹ Die Inspiration zur Darstellung des Problems geht auf Erlach 2007, S. 96 zurück. Die Aussagen und Erläuterungen anhand des Modells wurden eigenständig entwickelt.

Für besagte Lackiererei wird natürlich auch ein eigenes „optimales Produktionsprogramm“ zusammengestellt, beispielsweise: Lackiere alle blauen Teile 1, 5, 7, 14 ...; rüste auf Gelb und lackiere 2, 4, 8 ... usw.

Das machen wir für Produktionssysteme mit Dutzenden Fertigungsstufen, hohen Ausschussquoten und schwankenden Kapazitätsverfügbarkeiten, Planungshorizonten mit Durchlaufzeiten von zehn oder vielleicht sogar 20 Wochen und für Produktpaletten mit Dutzenden oder gar Hunderten Varianten. Und dann wundern wir uns, dass nach 15 Wochen zum geplanten Produktionsstart für den Kunden Mayer am Dienstag um 10:07 Uhr nicht alle benötigten 270 Bauteile rechtzeitig in der Endmontage verfügbar sind! Kann man ein System komplexer aufbauen?

Man könnte vielleicht noch Losgrößen einführen. Der Einkäufer könnte vielleicht noch am anderen Ende der Welt sourcen und eine Wiederbeschaffungszeit von >85 Tagen vereinbaren. Halten Sie für einen Moment inne und stellen Sie sich nochmals bei aller Gläubigkeit an Technik, EDV, Optimierungsalgorithmen und Planungskompetenz die Frage: Könnten wir unsere Produktionssysteme noch etwas komplexer aufbauen?

Der „planerische Overkill“ ist dann der sogenannte *Chefauftrag*. Ein bestimmter Auftrag aus dem WIP soll vorgezogen und im Eiltempo gefertigt werden. Für die Vormontage mag das „Vorziehen“, beispielsweise des Auftrags 13 in obigem Beispiel, kein Problem sein. Bei der Dreherei ist dieser Auftrag aber im Bearbeitungslos 2 dabei. Die Dreherei müsste Los 1 unterbrechen, rüsten, Auftrag 13 fertigen und dann vermutlich wieder zurückrüsten, um den Rest von Los 1 zu fertigen. Bei der Lackiererei wäre der Auftrag 13 in unserem Beispiel gar erst im Los 3. Es müsste eine ähnliche „Feuerwehraktion“ stattfinden.

Wenn in diesem System ein Auftrag vorgezogen wird, wandern alle anderen nach hinten – die Durchlaufzeiten beginnen zu schwanken. Da die eine „Feuerwehraktion“ mit einiger Sicherheit weitere „Feuerwehraktionen“ nötig macht, schaukelt sich ein auf diese Weise gestaltetes System immer weiter hoch.

Irgendwann hat ein derartiges Produktionssystem dann Durchlaufzeiten, die zwischen fünf und 300 Tagen schwanken. Wie wollen Sie so eine Termintreue von gewünschten 100% erreichen? Das ist praktisch unmöglich.

Wir erkennen folgenden Zusammenhang: *Wenn es in einem System keine definierten (Maximal-)Bestände gibt und FIFO (First-in-first-out) nicht eingehalten wird (also Umsortierungen der Auftragsreihenfolge zulässig sind), werden die Durchlaufzeiten schwanken. Das macht ein System unsteuerbar und verhindert eine hohe Termintreue.*

Der Bestand (WIP) ist also nicht Teil der Lösung, sondern Teil des Problems! Im Denken der Massenproduktion ist der hohe WIP aber zwingend erforderlich, um die ja so wichtige hohe Auslastung aller Ressourcen sicherzustellen. Ein klassischer Zielkonflikt!

■ 2.5 Häufiger Lösungsansatz: EDV – Just push harder

Als Lösungsansatz zur Verbesserung der Termintreue wird häufig der Einsatz von *EDV-gestützten Planungssystemen* empfohlen. Dieser Lösungsansatz kann auch als *Just push harder* oder „Mehr vom Gleichen“ bezeichnet werden. Wenn das nicht die gewünschten Effekte erzielt, wird u. a. eine intensivere Erfassung von Bewegungsdaten, beispielsweise mithilfe der Verfeinerung von Rückmelderastern, als Lösungsvorschlag angeführt (vgl. Schuh et al. 2006). Auch die Ressourcenerhöhung zur Stammdatenpflege wird häufig vorgeschlagen.

Jedoch ist der Aufwand für eine vollständige Stammdatenpflege in der Praxis zu hoch. Es ist nahezu unmöglich, vollständige, laufend aktualisierte Informationen zur Beschreibung eines komplexen Systems zu erhalten. Laut einer Erhebung in einem Unternehmen mit 300 Mitarbeitern sind bereits in einem so kleinen Unternehmen ca. 5 Mio. Datenfelder zu pflegen. Ein enormes Fehlerpotenzial. Es werden ca. 300 000 Bedarfstermine errechnet, von denen ca. 70 % monatlich erneuert werden. Eine manuelle Kontrolle ist praktisch ausgeschlossen (vgl. Dickmann 2009, S. 384 f.).

Die Basisdaten bleiben somit prinzipiell immer fehlerbehaftet. Durch eine Verkettung der Berechnung über mehrere Stücklistenebenen multiplizieren sich die Fehler auf jeder Stufe. Bei einer weiteren Verarbeitung der Daten, wie beispielsweise der Nettobedarfsberechnung, potenzieren sich die Fehler.

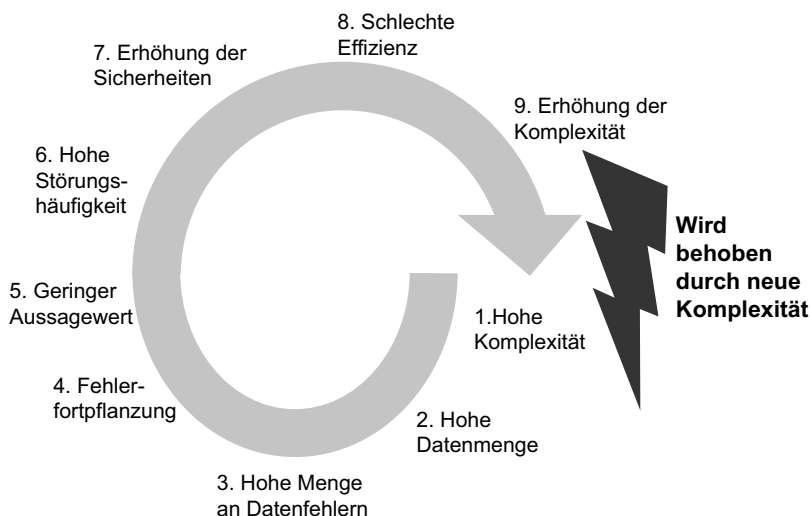


Bild 2.6 Reale Zwänge und Vorgehensmuster führen zu immer komplexeren IT-Lösungen, die zu einer Komplexitätsspirale führen (in Anlehnung an Dickmann 2009, S. 388)

Diese *Fehlerfortpflanzung* führt dazu, dass die Ergebnisse der Planungssysteme häufig einen geringen Aussagewert haben. Das System vermittelt dem Nutzer nur ein sehr verschwommenes Bild der Realität. Als Reaktion werden die Sicherheiten erhöht, es wird tendenziell mehr und früher abgerufen als prognostiziert. Das Durchlaufzeitsyndrom wird noch beschleunigt. Die Technik, die ursprünglich zur Lösung des Problems gedacht war, trägt häufig sogar zu einer weiteren Verschlimmerung der Situation bei.

Letztlich laufen die meisten Vorschläge auf die *Beherrschung der Komplexität* durch Lenkung und Steuerung des Gesamtsystems im Detail hinaus. Auf ein Versagen der Technik wird reflexartig mit dem Einsatz von noch mehr Technik reagiert, anstatt zu überlegen, ob und wie die Komplexität im System reduziert werden könnte.

Das zentrale Problem ist, dass die Leitidee der Massenproduktion bis heute häufig nicht infrage gestellt wird. Wir müssen der Tatsache endlich ins Auge sehen, dass in komplexen Systemen eine Prognose und damit eine Steuerung schlichtweg nicht möglich ist. Derartige Lösungsansätze können folglich kaum zu beherrschbaren Systemen und einer hohen Termintreue führen.

3

Warum die Konzepte der Massenproduktion nicht mehr funktionieren

Lösungsmethoden und Werkzeuge sind meist an bestimmte Voraussetzungen geknüpft, damit diese funktionieren. Ändern sich nun diese Voraussetzungen, ist es durchaus möglich, dass Lösungsmethoden, die jahre- oder gar jahrzehntelang funktioniert haben, plötzlich nicht oder zumindest nicht mehr so gut funktionieren. Besonders schwierig, dies zu erkennen und die notwendigen, aber meist schmerzhaften, mit Widerständen und Kosten verbundenen Änderungen vorzunehmen, ist es, wenn diese Veränderungen auch noch „schleichend“ über sehr lange Zeiträume hinweg stattfinden.

Das Massenproduktionssystem ist mittlerweile über 100 Jahre alt. Seither haben sich eine ganze Menge Veränderungen des Umfelds und somit der Voraussetzungen für ein Produktionssystem ergeben. Im Folgenden sollen einige für ein Produktionssystem entscheidende Aspekte beleuchtet werden.¹

■ 3.1 Individualisierungstrend – Anzahl der Varianten steigt

Wir beobachten seit vielen Jahrzehnten einen massiven Individualisierungstrend der Nachfrage. Eine erste große Differenzierungswelle brachte in den 1920er-Jahren General Motors in eine Führungsposition gegenüber Ford. Eine zweite Differenzierungswelle fand in den 1950er-Jahren statt. Während sich die amerikanischen und europäischen Hersteller massiv gegen diesen Trend stemmten und die unflexiblen Strukturen der Massenproduktion mit aller Macht zu verteidigen suchten, reagierten die Japaner gezielt darauf. Der für ein Produktionssystem entscheidende Wandel besteht im massiven Anstieg der Variantenzahl und einer damit einhergehenden Abnahme der Stückzahl pro Normproduktreihe. Vermutlich wird

¹ Im Rahmen der gebotenen Kürze in diesem Beitrag erhebt die Aufzählung keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

dieser Trend zur Individualisierung noch lange nicht zu Ende sein (vgl. Pfeiffer/Weiß 1992, S. 52 f.).

Für das Produktionssystem bedeutet dies, dass immer häufiger gerüstet werden muss, um den Kunden mit den entsprechenden Teilen zu versorgen. Ein Denken in großen Losgrößen, die auf Basis von Kosten ermittelt werden, ist kaum noch zielführend.

■ 3.2 Entwicklung einer qualifizierten Zulieferindustrie – Materialkostenanteil steigt

Zu Zeiten von *Henry Ford* existierte praktisch keine Zulieferindustrie. Die meisten benötigten Teile für das Modell T mussten selbst gefertigt werden. Das führte zu einer sehr hohen Fertigungstiefe. Dies hat sich bis heute natürlich grundlegend geändert. Gerade auch im Rahmen einer ersten Lean Production-Welle wurden häufig Fertigungstiefen reduzierende Aktivitäten durchgeführt, und es fand eine damit verbundene Konzentration der Unternehmen auf sogenannte „Kernkompetenzen“ statt.

Dies ist sicher eine der Ursachen dafür, dass die Personalkosten heute in produzierenden Unternehmen nur noch etwa ein Fünftel des Umsatzes ausmachen. Der *Hauptkostenanteil* liegt bei *Material- und Energiekosten*, die, abhängig von der Branche, zwischen 50 und teilweise über 70% des Umsatzes ausmachen können (vgl. Deutsche Bundesbank, Monatsbericht Dezember 2012, S. 48 f.).

Für das Produktionssystem bedeutet dies, dass die enormen Materialbestände, die im Massenproduktionssystem zum einen durch die Losgrößenbildung kaum vermeidbar, zum anderen zur Sicherstellung der hohen Auslastung aller Ressourcen erforderlich sind, durch die hohen Materialkostenanteile immer schmerzhafter werden. Der Fokus auf die Auslastung des Personals ist heute weniger wichtig als noch vor einigen Jahrzehnten. Überspitzt formuliert: Wir lassen 70% der Kosten warten, um 20% der Kosten voll auszulasten!

■ 3.3 Höhere Mitarbeiterqualifikation – Arbeitsteilung reduzierbar?

Der Massenproduktionsansatz geht von der grundlegenden Annahme aus, dass die Arbeiter über geringe Fähigkeiten und eine schlechte Ausbildung verfügen. Zu Zeiten von *Ford* und *Taylor* zu Beginn des 20. Jahrhunderts mag das auch absolut zutreffend gewesen sein. Wie wollen Sie mit so gering qualifizierten Mitarbeitern, vermutlich viele davon Analphabeten, ein so komplexes Produkt wie ein Automobil bauen? Die Antwort heißt: *Arbeitsteilung* – Zerlege die Aufgaben in kleinste Scheiben von 60 oder 90 Sekunden und lasse dies die Arbeiter immer wieder wiederholen (vgl. Hammer/Champy 2001, S. 53 ff.).

Das bedeutet also zwangsläufig, dass die Aufgaben für derartige Arbeiter sehr einfach gehalten werden müssen. Bereits *Adam Smith* argumentierte, dass die Arbeiter am effizientesten sind, wenn sie nur EINE einfach zu verstehende Aufgabe haben. Das Problem ist aber, dass *einfache Aufgaben* sehr *komplexe Prozesse* erfordern, um diese miteinander zu verknüpfen – ein typischer Trade-off. Das haben die Unternehmen auch 200 Jahre lang akzeptiert, zum einen, da die Arbeiter aufgrund der Qualifikationsmängel tatsächlich nicht in der Lage gewesen wären, die Koordinationsaufgaben zu erfüllen, und zum anderen, da das Umfeld noch lange nicht so komplex und die Anforderungen an die Reaktions- und Veränderungsgeschwindigkeiten lange nicht so hoch waren wie heute (vgl. Hammer/Champy 2001, S. 53 ff.).

Für das Produktionssystem bedeutet dies, dass unter heutigen Voraussetzungen diese Art der Organisation von Abläufen in den meisten Umfeldern an die Grenze der Beherrschbarkeit stößt. *Eine hohe Arbeitsteilung und eine hohe Umfeld-Komplexität passen nicht zusammen!*

Um die gegenwärtigen Anforderungen an Flexibilität, geringe Kosten und Reaktionsgeschwindigkeit zu erfüllen, müssen die *Prozesse einfach* gehalten werden. Dies bedeutet, dass die einzelne Aufgabe an Komplexität und Umfang zunehmen muss. Sollten wir das unseren heute sehr gut ausgebildeten Mitarbeitern nicht zutrauen? Sollten wir nicht das 100 Jahre alte Prinzip der Arbeitsteilung (überspitzt, das erfunden wurde, um Analphabeten zur Arbeit anzuleiten) heutzutage infrage stellen?

■ 3.4 Steigende Volatilität – hohe Reaktionsfähigkeit erforderlich

„Die seit Beginn der 90er-Jahre bereits eingetretenen Veränderungen haben weltweit die Komplexität von Steuerungs-, Lenkungs- und Gestaltungsproblemen, d. h. des Managements gesellschaftlicher Institutionen und Organisationen, sprunghaft erhöht.“ (Malik 2009, S. 21). Auch die steigende Volatilität der Märkte wird beklagt, Prognosen, beispielsweise von Absatzzahlen, werden immer schwieriger. Voraussetzungen für das Funktionieren des Massenproduktionssystems waren aber ein stabiler, wachsender Absatzmarkt und ein begrenzter Wettbewerb.

Für das Produktionssystem bedeutet dies zweierlei:

- Das System muss mit Komplexität umgehen können. Komplexität lässt sich niemals komplett beherrschen, sondern nur reduzieren. Eine wichtige Idee zur Reduzierung von Komplexität ist die Selbstregulierung (vgl. Malik 2009, S. 32). Ein zentrales, push-gesteuertes Massenproduktionssystem ist so ziemlich genau das Gegenteil davon, wie uns das „Wursthautmodell“ recht deutlich zeigt. Das Produktionssystem sollte durch einen Hauptstrang und mehrere, über sich selbst steuernde Regelkreise (z. B. mit Kanban) und angebundene Nebenstränge organisiert werden. Die Steuerungskomplexität ließe sich somit auf einen Bruchteil verringern.
- Eine zweite Anforderung an ein Produktionssystem unter diesen Umständen ist eine hohe Reaktionsgeschwindigkeit. Wenn man schon die Zukunft nicht vorhersehen kann, sollte man doch zumindest schnell reagieren können, oder? Dazu sind kurze Durchlauf- und Wiederbeschaffungszeiten notwendig. Diese spielen im Massenproduktionssystem, geprägt durch große Lose, aber eine untergeordnete Rolle. Das System ist träge und langsam. Nehmen wir als Beispiel rein kostenorientierte Make-or-buy-Entscheidungen: Wird der Effekt einer Fremdvergabe auf die Durchlaufzeit in der Bewertung berücksichtigt? Fremdvergaben erhöhen durch die zusätzlich notwendigen Versand-, Transport-, Wareneingangs-, Qualitätssicherungs- und Steuerungsaufgaben tendenziell (meist stark) die Durchlaufzeiten.

In Analogie zu einem Auto bedeutet dies, dass wir an einem Fahrzeug bauen, das auf Lenk-, Brems- und Beschleunigungsbefehle erst mit einer Verzögerung von mehreren Sekunden reagiert. Durch Entscheidungen, die die Durchlaufzeit erhöhen, verlängern wir diese Verzögerungen noch. Dies führt zu Übersteuerungen durch den Fahrer, also zum klassischen Bull-Whip-Effekt. Dazu fahren wir mit diesem Fahrzeug mit Höchstgeschwindigkeit (hohe Auslastung) und haben den Blick dabei fest auf den Rückspiegel (Kennzahlen sind immer vergangenheitsorientiert) gerichtet – wir können Vollgas geben, hinter uns ist ja alles in Ordnung ...

Und nun sollen wir heute mit diesem Fahrzeug nicht mehr nur auf der Autobahn (stabiles Umfeld), sondern eine kurvige Bergstraße (komplexe, volatile Märkte) entlangfahren.

■ 3.5 Zusammenfassung



1. Grundlage des „alten“ Denkens in der Massenproduktion, das vor über 100 Jahren für ein völlig anderes Unternehmensumfeld erdacht wurde, bildet das Weltbild der Maschine.
2. Die zentrale Leitidee ist: Wenn man jede einzelne Funktion optimiert, dann ist automatisch das Gesamtsystem optimal. Dies entstammt dem konstruktivistisch-technomorphen Weltbild und ist unter Anerkennung der Komplexität im Unternehmensumfeld zu verwerfen.
3. Das Objekt der Optimierung bildet in der Massenproduktion die direkte Arbeit. Der Anteil der Personalkosten macht heute nur noch ca. 12 bis 24% der Gesamtkosten aus. Die Zielsysteme des Massenproduktionssystems müssen daher an vielen Stellen neu justiert werden.
4. Das Ziel, jede Ressource zu 100% auszulasten, ist kontraproduktiv für die Ziele der kurzen Durchlaufzeit, der geringen Bestände und der hohen Termintreue. Es führt dazu, dass der größte Kostenposten, das Material und damit auch der Kundenauftrag, warten müssen.
5. Die Übergangszeiten, die bis zu 90% der Durchlaufzeit ausmachen, werden im Massenproduktionssystem nicht gemessen und systematisch reduziert. Kurze Durchlaufzeiten sind für eine hohe Reaktionsfähigkeit des Produktionssystems auf volatile Märkte aber Voraussetzung.
6. Massenproduktionssysteme reagieren auf die durch den Individualisierungstrend steigende Varianz mit wachsenden Beständen. Dies ist eine Verschwendung, die mit den steigenden Materialkostenanteilen, die heute bereits bis zu 70% der Gesamtkosten ausmachen können, immer schlimmer wird.
7. Hohe Bestände (WIP) verursachen lange Durchlaufzeiten. Diese führen zu Verzögerungen bei der Lenkung des Systems. Vor allem die schwankenden Durchlaufzeiten durch die Umsortierungen der Auftragsreihenfolge machen das System sehr schwer steuerbar, die Termintreue leidet.
8. In dieser Denkwelt versucht man, Komplexität durch Unterteilung in immer mehr Funktionsbereiche und Hierarchieebenen oder alternativ durch immer mehr Technik/EDV zu beherrschen. In komplexen Umfeldern muss dieser Ansatz aber zwangsläufig scheitern.
9. Aus diesen Wirkzusammenhängen lässt sich zusammenfassend ableiten, dass die Massenproduktionssysteme nicht mehr die richtige Antwort auf die Herausforderungen der heutigen Produktionswelt sind.

Symbole

1:1-Behältertausch 224
1:1-Tausch von Voll- und Leergut 181
3P-Workshop 351
5S-Methode 68

A

Akzeptanzmatrix 292
Align 278
Andon 113
Andon-Board 114
Arbeitspläne 317
Arbeitsplatzgestaltung 107
Automatisierungskomponenten 265

B

Bandnaher Supermarkt 195 f.
Begeisterung 91
Behälter 178
Behälterklassen 178
Behälterlose Bereitstellung 198
Behälterlose Teilebereitstellung 182
Behälterplanung 178, 180
Beidhandarbeit 112
Bereichsstruktur 343
– Gestaltungsprinzipien 343
Beschaffungsvorgang 298
Bestände 96, 297
Bestandsreichweite 179
Betriebswirtschaft 336
B-Frame 188

Bodenlager 204
Bodenroller 183
Bullwhip-Effekt 251, 319
Bus-System 184

C

Capital Linearity 150
Cardboard Engineering 351
Cash Flow Design 283
Chaku-chaku 140
Change-Management 290
Chirurgen-Krankenschwester-Prinzip 155
CLean Production 81
Coaching-KATA 308
CoMIC 83, 99, 279
Communication Flow Design 281
Controllability 297
Controlling-Verfahren 284
Cross Docking 227
Cross Docking-System 228

D

Datenanalyse 287
Datenqualität 296, 316, 322
Deckungsprinzip 304
Demontage 353
Demontageworkshop 353
Detect 277
Dimensionierung 347
Direktanlieferung 222
Downsizing 198

Drum-Buffer-Rope-Steuerung 333
 Durchlaufregal 204
 Durchlaufzeit 24
 Durchlaufzeitsyndrom 26, 318
 Dysfunktion 298

E

Echtzeitortungsbasierte Produktions-
 steuerung 166
 Echtzeitortungstechnologien 164
 Einfache Signalgenerierung 175,
 244
 Ein-Punkt-Abgriff 127
 Einstufige Kommissionierung 204
 Einstufige Lagerhaltung 233
 Einzelkostenprinzip 304
 Einzeloptimierung 22
 Einzelstückfluss 72
 Enabler-Technologie 191
 Energiefluss 336
 Engpass 320, 332
 Engpassorientierung 145
 Entscheidungsprozess 306
 Entscheidungsqualität 79
 Erzeugnisstruktur 335
 Exoten 249
 Externe Logistik 217
 Externe Transportkonzepte 221

F

Fabrikplanung 333
 Fahrerloses Transportsystem (FTS)
 190
 Fehlerfortpflanzung 32, 316
 Fertigungstiefe 90, 342
 Fishbone-System 142
 Fließfertigung 330
 Fließprinzip 301
 Flurförderfahrzeug 182
 Förderhilfsmittel 178
 Frachtraumoptimierung 226
 Frozen-Zone 257
 Frühwarnsystem 249

Führung 79, 285, 289
 - indirekte 277
 Führungssystem DATE 98, 275

G

Ganzheitliches Denken 91
 Gebäudestrukturplanung 342
 Gebietsspediteurwesen 222
 Gegenstromverfahren 283, 340
 Gelebte Partnerschaft 236
 Gemba 164
 Gemeinsame Lagerführung 232
 Generalstruktur 340
 Genryou Management 147
 Gesamtkostenfokus 303
 Gestaltungssystem 97
 Gestaltungs- und Handlungssystem 82
 Getakteter Routenverkehr 183 f., 186, 192
 Gewinnmaximierung 89
 Golfball-Steuerung 256
 Greifraum 108
 Großladungsträger (GLT) 178
 Grundprinzipien 96

H

Haltepunktoptimierung 194
 Handlungssystem 98
 Hauptstrang steuert Nebenstrang 255
 Heijunka 69

I

Idealer Pickprozess 202
 Industrie 4.0 164, 257, 322, 359
 Industrieparkkonzept 236
 Information Flow Design 283
 Informationsfluss 239, 336
 Injektionsprinzip 130, 191
 Integrierte Lagersysteme 210
 Integrierte Lagersystemplanung 213 f.
 Intelligente Behälterkonzepte 178
 Intelligente Material- und Werkzeug-
 bereitstellung 122

Interne Logistik 175, 215, 229
 Interview 288

J

Jidoka 73
 JIT 72
 Just-in-Sequence (JIS) 182
 Just-in-Time (JIT) 72, 240

K

Kaizen 68
 Kanban 240, 248
 Kanban-Formel 244
 Kanban-Karte 242
 Kanban-Regelkreis 242
 Kanban-Regelkreis-Berechnung 244
 Kanban-Regeln 241
 Kapitalflussorientierung 304
 Karawanensystem 141
 KATA 305
 KATA-Entscheidungsprozess 307
 Kennzahlen 296
 Key Performance Indicators 285
 Klappbare Behälter 181
 Kleinladungsträger (KLT) 178
 KLT-Shuttle 204
 Kommissioniermethode 204
 Kommissionierverfahren 203
 Komplexität 79
 Komplexitätsspirale 31
 Konsignationslager 233
 Konstruktion
 – produktionsgerechte 93
 Konstruktivistisch-technomorphes Paradigma 22
 Kostenrechnung 300, 302
 Kostenrechnungsinstrumente 53
 Kostenrelevanz-Prinzip 304
 Kreuzungsfreier Verkehr 192
 Kritische Kette 322
 Kundenentkopplungspunkt 321
 Kundentakt 193

Kurze Wege 219
 KVP 68

L

Labor Linearity 152
 Ladehilfsmittel 178
 Lagerhilfsmittel 178
 Lagertypen 211
 Landshuter Produktionssystem 81
 Layout based Order Steering 166, 320
 Layoutplanung 337, 344
 Lean Factory Design 80, 84
 Lean Logistic 173
 Lean-PPS 314
 Lean Production 105
 Leistungsmessung 299
 Lernbereitschaft 91
 Lernstrategie 323
 Lieferanten 229
 Lieferanten-Kanban 247
 Lieferantenmanagement 237
 Line Runner 176
 Low Cost FTS (Fahrerloses Transportsystem) 190
 Low-cost-low-tec 175

M

Makrostruktur 343
 Massenproduktion 19
 Materialbereitstellung 207
 Material Flow Design 282
 Materialfluss 80
 Materialflussprinzip 341
 Materialsteuerung 239
 Materialversorgung 357
 Mehrmaschinenbedienung 140
 Mehrstufige Kommissionierung 204
 Metro-Modell 208
 Milkrun 185
 Milkrun-Konzept 224
 Mitlaufende Wagen und Sequenzbehälter 182
 Montagesystem 356

Montagesysteme 262
 MRP II-Logik 318
 MTM 107
 Muda 65
 Mura 64
 Muri 65
 Muster- und Lernfabrik 99

N

Null-Wartezeit-Prinzip 217

O

Obeya 323f.
 One-Piece-Flow 72, 116
 One-touch-one-motion 125
 Operator Balance Chart 137
 Optimierungsreihenfolge 194
 Optionalität 86
 Ort der höchsten Wertschöpfung 106
 O-Zelle 265

P

Perlenkette 257
 Permanente Materialflussoptimierung 259
 Personenfluss 336
 Person zur Ware 203
 Pitch 160
 Plan-/Ist-Vergleich 317
 Planungskomplexität 29
 Planungsobjekte 339
 Planungsphase 77, 338
 Planungsqualität 318
 Planungsregeln 344
 Planungsstufen 338
 Planungssystem 78, 99
 Planungssystem CoMIC 83, 279
 Poka Yoke 120
 PPRL-Modell 90
 PPS-System 315
 Prinzipienwürfel 82
 Produktion in Taktzeit 69

Produktionsoptimierung 92
 Produktionsprozess 335
 Produktionssystem 82
 Produkt-Prozess-Matrix 346
 Prozessgestaltung 280
 Prozessmittelgestaltung 284
 Prozessprofile 320
 PUSH-Ansatz 318

R

Realtime Location Systeme 164
 REFA-Formel 20
 Renner-Produkte 249
 Ressourcenverwendung 304
 RFID 165
 Routenzug 187
 Routenzugtechnologie 188
 RTLS 258
 Rüstzeit 118
 Rüstzeit Null 118

S

Schattenbrett 126
 Schlanke Produktion
 – acht Leitlinien 330
 Schlanker Materialfluss 229
 Schwankende Durchlaufzeiten 28
 Schwarmroboter 191
 Segmentierung 340, 346
 Selbststeuernder Regelkreis 242
 Selbststeuerung 250
 Sequenzierte Anlieferung 200
 Set-Bildung 199
 Shojinka 152
 Shooter 175
 Shopfloorboard 163
 Shopfloor-Management 164, 310
 Shopfloororientierung 303
 Sieben Arten der Verschwendung 66
 Skalierbarkeit 150
 Skigebietanalogie 40
 Spezialbehälter 179
 Staffellaufsystem 141

Standardarbeitsblatt 134
 Standardbehälter 178
 Standardbehälterplanung 180
 Standardisierung 70
 Standardprozesse 216, 229
 Standardversorgungskonzepte 229
 Staplerarme Logistik 182
 Statische Materialbereitstellung 203
 Stofffluss 336
 Strukturierung 347
 Stücklisten 316, 335, 351
 – flache 352
 Supermarkt 207
 Supermarktgestaltung 200
 Synchronisation des Behälterinhalts 193
 Systeme 89
 Systemgestaltung 288
 Systemische Grundprinzipien 39, 96
 Systemsteuerung 320
 Systemverständnis 285, 287

T

Taktabstimmung 137
 Taktabstimmungsdiagramm 355
 Target und Experiment 278
 Taxi-System 184
 Technologieauswahl 93, 359
 Technologiekatalog 83, 360
 Technologiescouting 360
 Technologiesteckbrief 361
 Technologieworkshop 363
 Time-to-market 93
 Toyota-Produktionssystem 61
 Tracking und Tracing 257
 Trailer Yard 220
 Transporthilfsmittel 178
 Transportroboter 191
 Transportwege 192
 Transshipment-Terminal 227
 Trichtermodell 25
 Trolley-Hub 206

U

Überlebensfähigkeit des Unternehmens 90
 U-Layout 141
 Unternehmensdaten 335
 U-Zelle 263

V

Variantenmix 160
 Varianzbildungspunkt 321
 Vendor Managed Inventory 232, 234
 Veränderungsprozess 290
 Verantwortung 91
 Verbauortnahe Anlieferung 219
 Verbesserungs-KATA 308
 Vereinzeln 198
 Verhaltensorientierung 303
 Verlustarten 64
 Verschwendung 65, 96
 Visuelle Bestandskontrolle 159
 Visuelles Management 71
 Volumenglättung 160
 Vorgezogener Wareneingang 231

W

Warehouse on Wheels 218
 Ware zur Person 203
 Warteschlangen 319
 Weltbild 86
 Werkerdreieck 128
 Werkstattfertigung 301
 Werte 89
 Wertschöpfung 65
 Wertschöpfungsorientierung 303
 Wertschöpfungsprozess 97
 Wertstromanalyse und -design 347
 Wertstromdesigns 305
 Wertstrommanager 313
 Wertstrommethode 330
 Wertstromorientierung 302
 Wiederbeschaffungszeit 179, 201
 Wursthautmodell 28

X

X-Y-Z-Kategorisierung 201

Z

Zwei-Behälter-Prinzip 242