

HANSER



Leseprobe

zu

Lean Production

**Praktische Umsetzung zur Erhöhung der
Wertschöpfung**

3., überarbeitete Auflage

von Jörg Brenner

ISBN (Buch): 978-3-446-45664-8

ISBN (E-Book): 978-3-446-45691-4

ISBN (E-Pub): 978-3-446-45807-9

Weitere Informationen und Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-45664-8>

sowie im Buchhandel

© Carl Hanser Verlag, München

Geleitwort

Warum dieses Buch?

Oh, nein! Nicht schon wieder ein Buch über „Schlanke Produktion“.

Dies war tatsächlich meine erste Reaktion zu diesem Buch. Denn es gibt unzählige Bücher zu diesem Thema. Sogar mit demselben Titel. Bücher, in denen die Geschichte der „Schlanken Produktion“ aufgezeigt, die Philosophie erklärt und die damit erzielten Erfolge beschrieben werden. Da ich mich selbst seit über 20 Jahren, zusammen mit meinen Kunden und Beraterkollegen, intensiv diesem Thema verschrieben habe, konnte ich mir kaum vorstellen, dass ein weiteres Buch zu diesem Thema Neuigkeiten bringen würde. Doch Sie kennen die Situation: Sie kaufen eine neue Software für Ihren Rechner. Diese soll Ihren Rechner schneller und angenehmer bedienbar machen. Und da Sie schon seit vielen Jahren mit unterschiedlichen Rechnern arbeiten, verstehen Sie natürlich eine Menge davon. Bei der Installation kommt es zu Schwierigkeiten, die Anwendung will einfach nicht funktionieren. Nun nehmen Sie doch die Installationsanleitung zur Hand, wollen es erneut versuchen und müssen feststellen, dass Sie mit der Beschreibung nicht zurecht kommen. Vieles ist unverständlich, die Fachsprache fremd. Die oft beschriebene Kuriosität von Anleitungen führt nicht selten dazu, dass man eine gute Sache verteuftelt, sie zur Seite schiebt und die Lust daran verliert.

Dies kommt im Zusammenhang mit dem Thema Lean Production genauso vor. Ich kenne viele Situationen, bei denen Unternehmen bei dem Versuch der Einführung schlanker Strukturen verzweifelt sind. Nicht, weil der Veränderungsprozess selbst die allzu große Herausforderung darstellte, sondern lediglich weil das Verstehen gefehlt hat. Das Verstehen der Zusammenhänge und Abhängigkeiten in der Vorgehensweise; das Verstehen der Werkzeuge und der methodischen Anwendung, vor allem aber das Verstehen analytischer Werkzeuge, welche die Verbesserungspotenziale erst zum Vorschein bringen. Genau dieses Gap wird von diesem Fachbuch geschlossen und genau deshalb ist dieses Anwenderbuch nicht wieder nur ein weiteres Buch über „Schlanke Produktion“.

Mit diesem vorliegenden Buch können nun endlich die Werkzeuge des Lean Managements zielgerichtet und erfolgreich angewendet werden, da es in einer Art

und Weise verfasst wurde, dass Leser die Zusammenhänge und das Wesentliche schnell verstehen werden. Durch dieses Verstehen wird Sicherheit in der Anwendung erzeugt und die notwendigen, messbaren Erfolge, die von der Einführung einer schlanken Produktion erwartet werden, erst möglich.

Zum Aufbau dieses Buches

Hat man sich nun dazu entschieden, Lean-Management-Prinzipien in seiner Produktion einzuführen, tut man gut daran, sich eine inhaltliche und didaktische Struktur zurechtzulegen. Es sind die Fragen zu beantworten „Was“ möchte ich verbessern und „Wie“ möchte ich es erreichen. Das „Was“ widmet sich eher den sogenannten harten Faktoren. Der Steigerung von Produktivität und Kapazität, der Reduzierung von Beständen, dem Kürzen von Durchlaufzeiten und dem Vermeiden von Ausschuss und Nacharbeit. Das „Wie“ beschäftigt sich mit den weicheren Faktoren, ohne diese jedoch als „Softies“ abzutun, die nett aber nicht unbedingt notwendig sind. Hierunter fallen das Verhalten der Mitarbeiter und deren Führungsverantwortliche, die geeignete Unternehmenskultur und Wege zur Nachhaltigkeit der erreichten Verbesserungen.

Der Aufbau dieses Buches folgt genau diesem Gedankengang und gibt ihm durch seine vier miteinander verknüpften Kapitel eine leicht leserliche, logische Struktur. In den ersten drei Kapitel des Buches werden nicht nur die wesentlichen Verschwendungsarten beschrieben, es werden auch praktische Hilfestellungen gegeben für Beobachtungen und Auswertungen – immer unterlegt mit plastischen, nachvollziehbaren Fallbeispielen. Dies vermittelt Sicherheit, welche Verschwendungen es überhaupt gibt und wie eine Potenzialanalyse bzw. ein Lean Assessment professionell durchgeführt werden muss. Die Grundlage also zur Hebung verborgener Schätze! Denn kein guter Schatzjäger würde ohne fundierte Vorbereitung mit seiner Schaufel orientierungslos den Boden durchpflügen, in der Hoffnung, dadurch reich zu werden. Da kann die verwendete Schaufel ein noch so gutes Werkzeug darstellen, ohne das Wissen wo gegraben werden muss, ist sie wertlos.

Doch jeder gefundene Schatz, also jede Wertschöpfung, wird erst dann „wert“-voll, wenn die Freude darüber nicht nur von kurzer Dauer ist. Der Autor beschäftigt sich in seinem vierten Kapitel folgerichtig mit dem Begriff der Nachhaltigkeit. Auch hier wird ein Begriff nicht theoretisch abgehandelt, sondern mit leicht anwendbaren Hilfestellungen in Beziehung gesetzt zu operativen Verschwendungsarten, die im vorangegangenen Teil des Buches den Schwerpunkt bilden. Es wird kein Zweifel daran gelassen, dass Nachhaltigkeit bei allen Prozess- und Organisationsverbesserungen ein ebenbürtiges Ziel zusammen mit der angestrebten messbaren Optimierung sein muss.

Wer dieses Buch lesen sollte

Im Zusammenhang mit der Anwendung verschlankender Methoden stellt sich natürlich die Frage, wer von diesem Buch am meisten profitieren wird. Ohne von der operativen Bedeutung dieses für die Praxis geschaffenen Werkes abzulenken, möchte ich an dieser Stelle darauf hinweisen, dass Lean grundsätzlich ein Führungsthema ist. Wer sollte also dieses Buch lesen und warum? Führungskräfte oder Lean-Koordinatoren bzw. Moderatoren? Ich denke nicht, dass sich hier die Entweder-oder-Frage stellt. Dieses Fachbuch sollte Grundlagenliteratur für jeden leitenden Mitarbeiter eines Unternehmens werden, welches sich den Prinzipien des Lean Managements verschrieben hat. Unabhängig davon, ob man einer Führungsrolle gerecht werden muss oder für die operative Verbesserungen einer schlanken Produktion Verantwortung trägt. Diejenige Führungsebene, welche Lean-Anwender zu führen hat, sollte sich selbst die Sicherheit verschaffen, zu wissen, was eine ziehende Fertigung, Kanban, One-piece-flow etc. grundsätzlich ist. Nur so wird eine Führungskraft in der Lage sein, ihrer coachenden Rolle gerecht zu werden und die Hilfestellungen zu geben, die notwendig sind, um Verbesserungs-Analysen und Umsetzungen nachhaltig erfolgreich zu machen. Hierdurch werden auch die Voraussetzungen geschaffen, dass Führungskraft und Anwender als Team zusammen agieren können. Fehlt wiederum dieses Grundlagenwissen auf Führungsebene, kommt es zu den typischen Verhaltensmustern, die einer Lean-Management-Kultur im Wege stehen. Zögerliches oder ablehnendes Verhalten aufgrund fehlendem Wissen und Angst vor dem Unbekannten. Dieses Verhalten ist bei schlechter Ausbildung dann auch bei Anwendern festzustellen. Der Autor dieses Buches kennt diese Situationen aus seiner langjährigen Beratungserfahrung nur allzu gut. Daher wurde auch speziell darauf geachtet, dass eine verständliche Ausdrucksweise verwendet und nie an Praxisbeispielen gespart wurde. Der Anwender findet hier die Informationen und Hinweise, die ihm die Sicherheit geben, sich auch mit komplizierten und komplexen Aufgabenstellungen auseinanderzusetzen zu wollen.

Hier schließt sich wieder der Kreis derer, für die dieses Buch geschrieben wurde: Führungskräfte und Anwender. Durch ein funktionierendes Miteinander, untermauert durch gleiches Wissen und Verständnis, bezogen auf „Schlanke Produktion“, entsteht eine Unternehmenskultur, die den Spaß und die Motivation an der Optimierung operativer Prozesse fördert und festigt.

Schlanke Produktion – Eine wirksame Methodenanwendung nur für Serienhersteller?

Nein. Doch vor nicht allzu langer Zeit galten schlanke Produktionssysteme für Unternehmen der Kleinserien- und Einzelteilmfertiger als nicht realisierbar. Noch heute ist immer wieder die Rede davon, dass im auftragsspezifischen Produktionsumfeld des Maschinen- und Anlagenbaus sich viele der Methoden nicht so einfach

übertragen lassen. Richtig ist, dass nicht alle Methoden und Werkzeuge für die Kleinserienfertigung und das klassische Projektgeschäft geeignet sind. Doch warum verfallen wir immer wieder in den pessimistischen Ansatz darüber zu reden bzw. zu schreiben, was nicht geht? Joerg Brenner hat in seinem Buch „Schlanke Produktion“ auch zu diesem Thema Stellung bezogen und anhand vieler Praxisbeispiele sehr anschaulich dargestellt, dass die Realisierung des Ansatzes der Schlanken Produktion für Unternehmen der Kleinserien- und Einzelteilmfertiger vor allem in der Gestaltung der Produkte und Prozesse liegt. Die Kunst liegt in der Gestaltung von Standards, die einerseits komplexitätsreduzierend und andererseits flexibilitätssteigernd wirken.

Natürlich wird man hier immer wieder auf die Aussage treffen „Bei uns ist alles anders“ und Lean ist daher für Kleinserien- und Einzelteilmfertiger nicht anwendbar. Dieses Buch beweist das Gegenteil. Es zeigt dem Leser, wie durch Standardisierung, Visualisierung, Total Productive Maintenance (TPM) und weiteren Ansätzen, Methoden der Schlanken Produktion erfolgreich angewendet werden können. Auch bei der Produktion von kleinen Stückzahlen und sehr komplexen Wertströmen.

Ich wünsche den Leserinnen und Lesern dieses Buches bei der Anwendung des Gelernten viel Erfolg, Spaß und vor allen Dingen immer die Unterstützung ihres Managements.

Danksagung an Jörg Brenner.

Dipl.-Päd. Frank Tempel

Gründer und Geschäftsführender Gesellschafter
Growth® Consulting Europe GmbH, Starnberg

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort	V
1 Kapazitätsengpässe und Produktivitätsverluste	1
1.1 Arten von Kapazitätsengpässen und Produktivitätsverlusten	1
1.2 Produktivitäts- und Kapazitätssteigerung bei Mitarbeitern	4
1.2.1 Analyse der Daten	4
<i>Beispiel</i>	5
1.2.2 Maßnahmen zur Steigerung der Produktivität und Kapazität von Mitarbeitern	16
<i>Fallbeispiel 1.1</i> Bewegung und Transport in einer Serienfertigung – Produktivitäts- steigerung durch Layoutoptimierung und Materialflussoptimierung .	16
<i>Fallbeispiel 1.2</i> Bewegung und Wartezeiten in einer Manufaktur – Produktivitäts- steigerung Erhöhung der Anzahl der Arbeitsplätze	20
<i>Fallbeispiel 1.3</i> Bewegung und Wartezeiten in einer Montagezelle – Produktivitäts- steigerung durch Reduzierung der Anzahl der Arbeitsplätze	25
<i>Fallbeispiel 1.4</i> Wartezeiten in einer Serienfertigung – Produktivitätssteigerung durch Reduzierung der Anlagengeschwindigkeit	27
<i>Fallbeispiel 1.5</i> Bewegung und Transport in einer Sonderfertigung – Produktivitäts- steigerung durch Einführung eines internen Logistiklers	30
<i>Fallbeispiel 1.6</i> Bewegung und Warten in einer Kleinserienfertigung – Produkti- vitätssteigerung durch Zellenlayout	34
<i>Fallbeispiel 1.7</i> Bewegung in einer Serienfertigung – Produktivitätssteigerung durch optimierte Materialbereitstellung	42
1.3 Produktivitäts- und Kapazitätssteigerung bei Anlagen	47
1.3.1 Analyse der Daten	48

1.3.2	Maßnahmen zur Steigerung der Produktivität und Kapazität von Anlagen	74
1.3.2.1	Visuelles Management zum Identifizieren von Störungsgründen ...	74
	<i>Fallbeispiel 1.8</i>	
	Stabilisierung der Ausbringungsmenge in einer Serienfertigung – Einführung eines Visuellen Managements	74
	<i>Fallbeispiel 1.9</i>	
	Produktivitätssteigerung bei Kleinserien und im Projektgeschäft – Einführung eines visuellen Managements	86
1.3.2.2	Effizientere Instandsetzungsabläufe zur Reduzierung der Stillstandszeiten	89
	<i>Fallbeispiel 1.10</i>	
	Verluste an Anlagenverfügbarkeit durch Störungen – Neuverteilung von Instandsetzungsaufgaben	94
	<i>Fallbeispiel 1.11</i>	
	Verluste an Anlagenverfügbarkeit durch Störungen – Verbesserung des Ersatzteilmanagements	98
	<i>Fallbeispiel 1.12</i>	
	Verluste an Anlagenverfügbarkeit durch Störungen – Einführung einer dezentralen Instandhaltung	103
1.3.2.3	Instandhaltung zur Vermeidung von Stillstandszeiten	111
	<i>Fallbeispiel 1.13</i>	
	Verluste an Anlagenverfügbarkeit durch Störungen – Einführung einer vorbeugenden Instandhaltung	112
1.3.2.4	Effizientere Rüstvorgänge zur Reduzierung der Stillstandzeiten	118
	<i>Fallbeispiel 1.14</i>	
	Verluste an Anlagenverfügbarkeit durch Rüsten – Reduzierung der Stillstände durch Externalisieren von Tätigkeiten	119
	<i>Fallbeispiel 1.15</i>	
	Verluste an Anlagenverfügbarkeit durch Rüsten – Reduzierung der Rüstzeit durch Optimierung von internen Tätigkeiten	123
	<i>Fallbeispiel 1.16a</i>	
	Verluste an Anlagenverfügbarkeit durch Rüsten – Reduzierung der Rüsthäufigkeit durch Bildung von Technologiegruppen	131
	<i>Fallbeispiel 1.16b</i>	
	Verluste an Anlagenverfügbarkeit durch Rüsten – Reduzierung der Rüsthäufigkeit durch Einführung von Kanban	134
1.3.2.5	Planung von Anlagen und Arbeitsplätzen	136
	<i>Fallbeispiel 1.17</i>	
	3-P – Entwicklung von Produktionsvarianten für eine Investitionsentscheidung	136
	<i>Fallbeispiel 1.18</i>	
	3-P – Definition des Materialflusses für den Aufbau einer neuen Montagelinie für Achsen	144

2	Bestände und Durchlaufzeiten	151
2.1	Ursachen und Bedeutung der Bestände in der Produktion	151
2.2	Bestände an Halb- und Fertigerzeugnissen	162
2.2.1	Analyse der Daten	165
2.2.2	Maßnahmen zur Reduzierung der Bestände an Halb- und Fertigware	181
	<i>Fallbeispiel 2.1</i>	
	Einführung einer ziehenden Fertigung mit Standard- und Sonderprodukten	192
	<i>Fallbeispiel 2.2</i>	
	Einführung einer ziehenden Fertigung in einer Gießerei	207
	<i>Fallbeispiel 2.3</i>	
	Einführung einer ziehenden Fertigung mit einer Heijunka-Box	217
	<i>Fallbeispiel 2.4</i>	
	Einführung eines fixen Produktionsprogramms für Standard- produkte	223
	<i>Fallbeispiel 2.5</i>	
	Einführung von Lieferzeitklassen in einer Serien- und Sonder- fertigung	230
	<i>Fallbeispiel 2.6</i>	
	Der Aufbau eines Just-in-time-Systems für Halbfertigware	245
2.2.3	Punkte zur besonderen Berücksichtigung	252
2.3	Bestände in der Produktion/Zwischenbestände (WIP)	255
2.3.1	Analyse der Daten	259
2.3.2	Maßnahmen zur Reduzierung von Zwischenbeständen	268
	<i>Fallbeispiel 2.7</i>	
	Sonderfertigung – Einführung eines Pullsystems und die Theorie of Constraints	268
	<i>Fallbeispiel 2.8</i>	
	Serienfertigung – Anbindung Komponentenfertigung an eine Montagelinie und die Einführung eines Zwei-Behälter-Kanban- Systems	273
	<i>Fallbeispiel 2.9</i>	
	Projektgeschäft – Einführung eines internen Logistikers	278
	<i>Fallbeispiel 2.10</i>	
	Serienfertigung – Einführung eines Supermarktes kombiniert mit einem Bandlogistiker	283
	<i>Fallbeispiel 2.11</i>	
	Serienfertigung – Verwendung einer Wertstromanalyse	294
2.4	Bestände an Zuliefermaterial	301
2.4.1	Analyse der Daten	302
2.4.2	Maßnahmen zur Reduzierung der Bestände an Zuliefermaterial	307
	<i>Fallbeispiel 2.12</i>	
	Handelswaren – Lieferzeitklassen zum Kunden und Lieferanten (Fortsetzung Abschnitt Analyse)	307

	<i>Fallbeispiel 2.13</i>	
	Bestandsreduzierung durch Verknüpfung des tatsächlichen Verbrauches beim Kunden und Lieferungen an Rohmaterial	313
	<i>Fallbeispiel 2.14</i>	
	Bestandsreduzierung durch Reduzierung der Variantenvielfalt von Komponenten	317
3	Ausschuss und Nacharbeit	321
3.1	Qualitätskosten in der Produktion	321
3.2	Qualitätsthemen im Wareneingang	324
3.2.1	Analyse der Daten	324
3.2.2	Maßnahmen im Wareneingang	328
	<i>Fallbeispiel 3.1</i>	
	Verwendung eines Sperrlagers	328
3.3	Qualitätsthemen im Lager und beim Transport	332
3.3.1	Analyse der Daten	332
3.3.2	Maßnahmen im Lager und beim Transport	336
	<i>Fallbeispiel 3.2</i>	
	Design von neuen Lager- und Transporteinheiten zur Reduzierung von Beschädigung am Rohmaterial	336
	<i>Fallbeispiel 3.3</i>	
	5-S im Rohmateriallager zur Reduzierung von Ausschuss	339
	<i>Fallbeispiel 3.4</i>	
	Änderung des Prozesses „Engineering Changes“ zur Vermeidung von Beständen mit altem Indexstand	341
3.4	Qualitätsprobleme in der Produktion	345
3.4.1	Analyse der Daten	346
3.4.2	Maßnahmen in der Produktion	354
	<i>Fallbeispiel 3.5</i>	
	Material – Anwendung von 5-S zur Reduzierung von Beschädigungen	354
	<i>Fallbeispiel 3.6</i>	
	Material – Kooperation mit Lieferanten zur Reduzierung von Nacharbeit	358
	<i>Fallbeispiel 3.7</i>	
	Material – Kontrolle der Umweltbedingungen	360
	<i>Fallbeispiel 3.8</i>	
	Maschine – Anwendung von 5-S zur Reduzierung von Beschädigungen	361
	<i>Fallbeispiel 3.9</i>	
	Maschine – Anwendung der 5-Warum-Fragen zur Identifikation von Beschädigungen von Anlagen und Vorrichtungen	364
	<i>Fallbeispiel 3.10</i>	
	Maschine – Mangelnde Prozessfähigkeit von Anlagen und Design for Manufacturability	365

	<i>Fallbeispiel 3.11</i>	
	Mensch – Verwendung der Qualifikationsmatrix und Standards	369
	<i>Fallbeispiel 3.12a</i>	
	Mensch – Verwendung von Poka Yoke zur Fehlervermeidung	372
	<i>Fallbeispiel 3.12b</i>	
	Mensch – Verwendung von Poka Yoke zur Fehlervermeidung	374
	<i>Fallbeispiel 3.12c</i>	
	Mensch – Verwendung von Poka Yoke zur Fehlervermeidung	375
	<i>Fallbeispiel 3.13</i>	
	Methode – Standardisierung des Messmittelmanagements	376
	<i>Fallbeispiel 3.14</i>	
	Methode – Input der Produktion zur Verbesserung der verwendeten Methoden	380
	<i>Fallbeispiel 3.15</i>	
	Informationsfluss – Einführung von Standards und Rückmeldung an internen Lieferanten	381
	<i>Fallbeispiel 3.16</i>	
	Organisatorische Ansätze – Reduzierung der Losgrößen/Bestände .	383
	<i>Fallbeispiel 3.17</i>	
	Organisatorische Ansätze – Definition von Qualitätsregelkreisen . . .	387
4	Nachhaltigkeit	393
4.1	Dokumentation	394
4.2	Auswirkungen der Umsetzung	396
	<i>Fallbeispiel 4.1</i>	
	Vorgehensweise beim Bestandsabbau nach der Einführung von Kanban	400
4.3	Anpassung	402
4.4	Standardisierung	405
4.5	Kontrolle	408
	Literaturverzeichnis	413
	Stichwortverzeichnis	415

■ 2.1 Ursachen und Bedeutung der Bestände in der Produktion

Bestände stellen wohl das größte, jedoch oft auch am meisten unterschätzte Übel in einer Produktion dar. Aus unterschiedlichsten Gründen werden Bestände als gegeben oder sogar als gewünscht hingenommen. Innerhalb der sieben Arten der Verschwendung unterscheiden wir zwischen Beständen innerhalb der Produktion oder WIP (Work-In-Process), Rohmaterial und Komponenten und Beständen an Fertigprodukten verursacht durch Überproduktion und Produktion nach Fertigungslosen (Ohno 1988).

Was sind die Ursachen für Bestände?

- Bestände an Rohmaterial resultieren aus
 - vorgegebenen Mindestlosgrößen durch Lieferanten (z.B. Anzahl von gegossenen Teilen, Tonnen an Blechen) aus technologischen sowie wirtschaftlichen Überlegungen
 - Preisvorteilen bei größeren Abnahmemengen ausgehandelt durch den Einkauf
 - Reduzierungen des administrativen Aufwandes im Einkauf durch eine geringere Anzahl von Bestellungen
 - Absicherungen gegen Lieferprobleme oder -engpässe für bestimmte Materialien in Boomzeiten oder auch bei einer geringen Liefertreue des Lieferanten.
- Bestände im Produktionsfluss resultieren aus
 - mangelnder Kommunikation zwischen den einzelnen Produktionsschritten (es wird nicht das produziert, was der folgende Arbeitsschritt benötigt)
 - wechselnden Kapazitätsengpässen (je nach Produktionsmix werden Kapazitäten unterschiedlich beansprucht)
 - Sicherheitsdenken der Mitarbeiter und Führungskräfte vor Ort (die Befürchtung, dass es zu Stillständen kommen kann, wenn nicht ausreichend viele Aufträge vorhanden sind)

- Problemen innerhalb des Prozessflusses, die zu zahlreichen Maschinenstillständen führen
- Realitäten in der Produktion wie Maschinenstillstände oder Änderungen von Prioritäten, die nicht in der Planung berücksichtigt werden (zahlreiche Aufträge werden frühzeitig oder verspätet freigegeben)
- dem verständlicherweise weit verbreiteten Denken, dass in Massen hergestellte Stück billiger sind als in minimalen Losen.
- Bestände an Fertigprodukten resultieren aus
 - mangelhafter Losgrößensynchronisation: Es wird nach vorgegebenen Losgrößen produziert und nicht nach dem, was der Kunden bestellt (zur Rüstzeitoptimierung und Reduzierung des administrativen Aufwandes oder aus technologisch bestimmten Gründen), dem klassischen Fall der Verschwendungsart „Überproduktion“
 - mangelhafter Kommunikation bei ungeplanten Produktionsplanänderungen: Kunden ändern Aufträge während sie bereits in der Produktion sind (der Effekt von Änderungen von Kundenaufträgen und Prioritäten wird häufig von nicht-produktionsnahen Mitarbeitern unterschätzt, weswegen wir auf diesen Punkt noch besonders eingehen werden).

Was ist der Unterschied zwischen Überproduktion und Bestände als Verschwendungsarten?

In den sieben Arten der Verschwendung wird zwischen (Zwischen-)Beständen und Überproduktion unterschieden. Überproduktion ergibt sich dadurch, dass Produktionsaufträge höhere Stückzahlen beinhalten als der Kunden tatsächlich bestellt hat oder dass rein auf Prognosen hin produziert wird. Diese Bestände landen daher also in einem Fertigwarenlager oder einem Zwischenlager, falls es sich um Komponenten handelt, die weiterverarbeitet werden. Zwischenbestände finden sich im Gegensatz dazu innerhalb der Produktion. Dabei geht es darum, dass mehr Material in der Produktion vorhanden ist, als innerhalb eines limitierten Zeitraums verarbeitet werden kann. Zwischenbestände wird es immer geben, da Material zum Produzieren vorhanden sein muss, es sollte jedoch so weit als möglich reduziert werden.

Ein weiterer Aspekt ist die kaufmännische Bewertung von Leistung in der Produktion, d.h. geschaffene Wertschöpfung wird vom Controlling als Leistung bewertet und Kostenstellenverantwortliche werden damit geführt. Im Extremfall wird bei hoher Leistung Bestand aufgebaut, der ggf. später wegen mangelhafter Nachfrage verschrottet werden muss (Ohno 1988).



Bild 2.1 Bestände (links) und Überproduktion (rechts)

Welche Kosten sind mit Beständen verbunden?

In der klassischen Kostenrechnung und Buchhaltung finden sich nicht alle Kosten, die im Zusammenhang mit Beständen stehen, bzw. diese Kosten werden anderen Kostentreibern zugerechnet. Kosten, die normalerweise direkt mit Beständen in Verbindung gebracht werden, sind die Materialgemeinkosten, d.h. unmittelbare Lagerhaltungskosten (z.B. Kosten für das Lager und Lagermitarbeiter) und die Finanzierungskosten von Beständen sowie Abschreibungen dieser. Wenn die Bewertung von Beständen mit Controlling-Mitarbeitern besprochen wird, verwenden diese häufig nur die reinen Finanzierungskosten oder einen festen internen Zinssatz. Dieser Wert orientiert sich zumeist an den aktuellen Zinssätzen am Finanzmarkt und kann entsprechend schwanken. In Niedrigzinsphasen kann es daher durchaus vorkommen, dass dieser weit unter 5 % liegt. Bestände können damit auch „billig“ gerechnet werden. Zusätzliche Kosten und die tatsächliche Bedeutung von Beständen für den finanziellen Erfolg eines Unternehmens werden mit solchen Sätzen nicht reflektiert. Die häufigsten weiteren Kosten sind (George 2002):

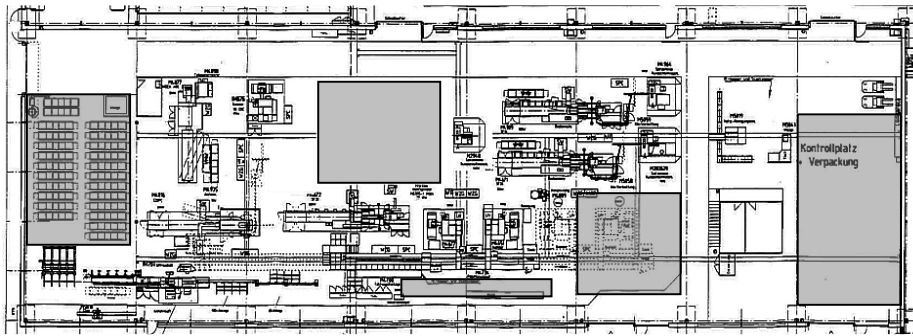
- Der benötigte Platz innerhalb der Produktion für Bestände, der oft wesentlich größer ist, als der für wertschöpfende Aktivitäten
- der Suchaufwand nach Material und Arbeitsaufträgen und damit verbundene Maschinenstillstände
- der sich ergebende Handlingsaufwand, um den richtigen Auftrag aus einem Berg von Material zu suchen
- die Beschädigung von Material durch das zusätzliche Handling bei der Suche nach dem benötigten Material



Bild 2.2 Innerbetrieblicher Transport und Lagerfläche in der Produktion als Kosten durch Bestände

- die Verschrottungskosten von Ladehütern, die oft in sonstigen Konten verbucht werden
- die Qualitätsprobleme, die sich ergeben, da die Produkte entweder „altern“ (z. B. Oxidierung) oder alte Versionen dieser nicht unmittelbar als solche erkannt werden und dem Kunden daher ggf. die falsche Ware geschickt wird
- der administrative Aufwand und der Handlingsaufwand durch Änderungen von Aufträgen aufgrund von langen Durchlaufzeiten.

Wenn all diese Kosten in die Bewertung von Beständen mitberücksichtigt werden, wird sich in der Kostenrechnung ein völlig neues Bild ergeben. Ein Prozentsatz von 10 % (die obere Spanne, die in den meisten Fällen vom Controlling genannt wird) ist daher weit weg von einer realistischen Betrachtung. In vielen Fällen kann ohne Probleme mit einem doppelt so hohen Wert gerechnet werden. Betrachten Sie nur das Bild 2.3, das die produktive Fläche im Verhältnis zur Lagerfläche (markierte Flächen in Bild 2.3) innerhalb der Produktion darstellt. Viele Fabriken könnten die benötigte Fläche problemlos um 25 % oder mehr reduzieren.



Gesamtfläche:	ca. 1710 m ²
Wertschöpfende Fläche:	ca. 180 m ² = 20%
Lagerfläche:	ca. 220 m ² = 10%
Sonstige Flächen:	ca. 1310 m ² = 70%

Bild 2.3 Lagerfläche im Verhältnis zu wertschöpfenden und Gesamtfläche

Wie hängen Rüstzeiten, Bestände und Durchlaufzeiten zusammen?

Wie bereits eingangs erwähnt, wird der Effekt von Beständen oftmals unterschätzt, da besonders der Zusammenhang mit der Durchlaufzeit nicht direkt erkannt wird. Bevor das Thema Rüstzeiten mit in das Bild gebracht wird, eine kurze Erklärung zum Zusammenhang von Beständen und Durchlaufzeiten (Mather 1988).

Je mehr Aufträge vor einer Anlage stehen, umso länger benötigt ein einzelner Auftrag, um durch die gesamte Produktion gesteuert zu werden. Im Beispiel in Bild 2.4 steht jedes kleine Kästchen für eine Losgröße von einer Stunde Produktion. Der Behälter X benötigt daher 16h (3h Wartezeit und 1h Bearbeitungszeit an jedem Prozessschritt), bis er bei Prozessschritt 3 fertig abgeschlossen wird. Würde die Anzahl der Behälter auf zwei reduziert werden, so halbiert sich die Durchlaufzeit ebenfalls.

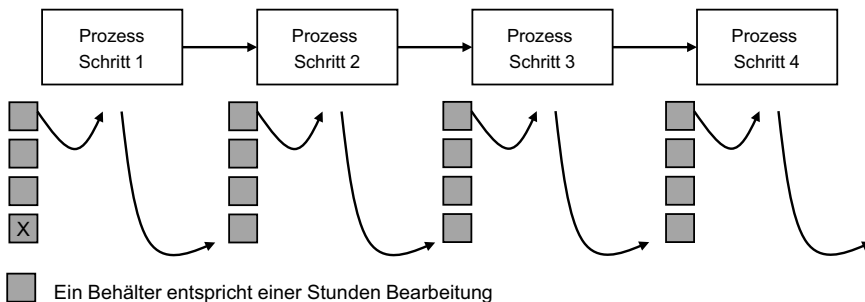


Bild 2.4 Zusammenhang Bestände und Durchlaufzeit

Daraus kann also der Effekt von höheren Beständen auf die Durchlaufzeiten und damit verbunden die Herausforderungen für die Produktion abgeleitet werden. Dabei stehen noch lange nicht die positiven Effekte, die kurze Lieferzeiten als Verkaufsargument haben, zur Diskussion. Der Vertrieb ist auch sehr zurückhaltend, einen klaren quantitativen Zusammenhang (x-% kürzere Lieferzeit für zu y-% mehr Umsatz) darzustellen.

Falls eine Reduzierung der Bestände angestrebt wird, kann es manchmal sinnvoll sein, die Durchlaufzeit als eigentliche Messgröße zu verwenden. Bei einem Produzenten von Schaufeln für Kraftwerksturbinen sollte der Bestandwert drastisch reduziert werden. Aus dem Bestandwert für sich alleine konnte allerdings keine eindeutige Zielvorgabe abgeleitet werden. Die Materialkosten je Auftrag schwankten zu stark dafür. Bei einem anstehenden Großauftrag kostete das Ausgangsmaterial etwa zehnmal so viel wie für einen durchschnittlichen Auftrag. Entsprechend schossen auch die Bestände in Euro in die Höhe, obwohl die Stückzahlen an Bestand gleich blieben. Um diesen Effekt zu neutralisieren, wurde als Basis und Zielwert für Verbesserungen mit der Durchlaufzeit gerechnet. Diese waren unabhängig vom Materialwert.

Im nächsten Schritt wird die Produktionsdurchlaufzeit (P in Bild 2.5) mit der Kundendurchlaufzeit (K) in ein Verhältnis gesetzt. Die zweite Zeit wird noch weiter unterteilt. Ausgangspunkt ist der Kundenwunschtermin. Dieser gibt vor, innerhalb welcher Zeit der Kunde das Produkt geliefert haben will (K2). Als Lieferzeitpunkt wird dem Kunden zumeist ein anderer Termin zugesagt (K1). Ein Wettbewerbsvorteil gegenüber der Konkurrenz ergibt sich, wenn die Lieferung an den Kunden in einer Zeit geringer als K3 durchgeführt werden kann.

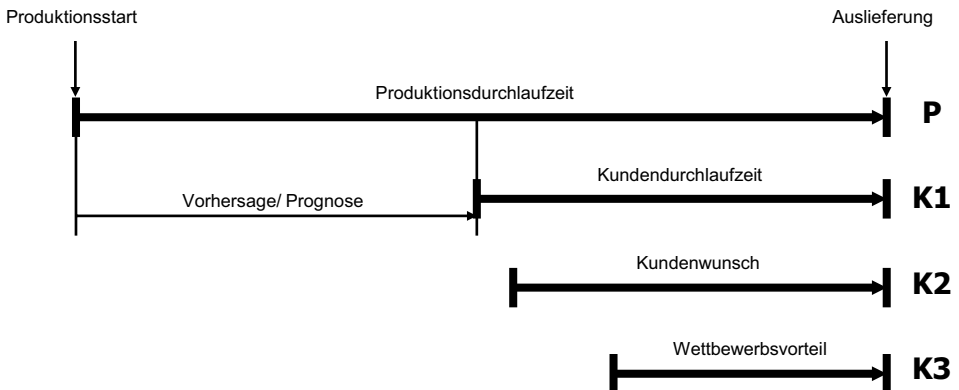


Bild 2.5 Produktionsdurchlaufzeit vs. Kundendurchlaufzeit

Da die Produktionsdurchlaufzeit in vielen Fällen länger ist als die Kundendurchlaufzeit, muss die Produktion auf eine Form von Prognose oder Vorhersage gestützt begonnen werden. Dabei ergeben sich mehrere Ansätze, die ein Unternehmen verfolgen kann:

- Der Kunde wird aus einem Fertigwarenlager beliefert. Die komplette Produktion basiert auf Planzahlen und ist vom tatsächlichen Bedarf der Kunden losgelöst. Dies finden wir häufig in Produktionsbetrieben, die direkt an ein zentrales Lager liefern, von dem aus der Kunde bedient wird (Bild 2.6).



Bild 2.6 Lieferung an den Kunden aus einem Fertigwarenlager

- Die endgültige Entscheidung über die genaue Variante eines Produktes wird erst im Laufe der Produktion getroffen. Bis zu einem gewissen Produktionsschritt ist das Produkt auftragsneutral und es können daraus zahlreiche Varianten entstehen. Beispiel hierfür sind Gehäuse einer Waschmaschine, die im Rohbau (Schneiden, Biegen, Schweißen und Lackieren des Gehäuses) meistens nur einige wenige Varianten haben. Im Montagebereich wird entschieden, welche Variante (z. B. Marke, Land) daraus wird. Die Produktionsdurchlaufzeit wird daher in einen auftragsneutralen und einen auftragsbezogenen Abschnitt unterteilt (Bild 2.7). Das auftragsneutrale Produkt kann hierbei entweder aus der laufenden Produktion oder aus einem Zwischenlager für Halbfertigwaren genommen werden.

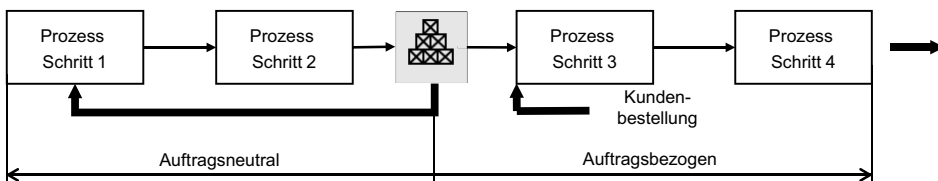


Bild 2.7 Lieferung an den Kunden aus einem Halbfertigwarenlager

In beiden Fällen ist es jedoch kaum vermeidbar, dass Bestände aufgebaut werden müssen, entweder an Fertigprodukten oder an Halbfertigwaren.

Als dritte Komponente kommt noch die Rüstzeiten ins Bild, eine Darstellung mit der die meisten Mitarbeiter und Führungskräfte in der Produktion vertraut sind.

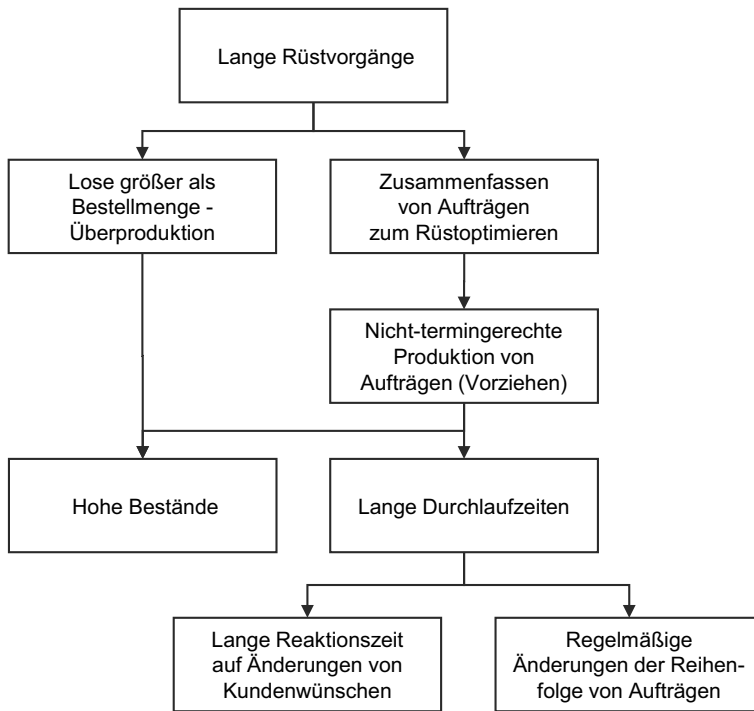


Bild 2.8 Zusammenhang Rüstzeiten und Durchlaufzeiten

Das Thema Losgrößenoptimierung wurde ja bereits in der Literatur mehr als ausreichend diskutiert. Was jedoch in der Betrachtung der Losgrößenoptimierung zu kurz kommt, ist, dass Rüstzeiten nicht als fix angenommen werden sollten.

Das Thema Rüstzeitreduzierung wurde bereits im Kapitel 1 ausführlich dargestellt. Häufig wird eine Formel zur Bestimmung der optimalen Losgröße verwendet, deren Haupteinflussfaktoren in den Lagerkosten, den losfixen Kosten (z.B. Rüsten), dem Bedarf und einer Periodendauer sind. Da die Losgröße, die mit dieser Formel berechnet wird, in den meisten Fällen nicht mit der Bestellung des Kunden übereinstimmt, kommt es automatisch zur Überproduktion.

Wie können Insellösungen vermieden werden?



Value Stream Map (Wertstromanalyse)

Für viele Jahre war einer der Hauptkritikpunkte am klassischen Kaizen-Ansatz oder Lean-Projekten, dass zwar punktuelle Verbesserungen erreicht wurden, am Ende jedoch weder mehr Stück produziert noch die Kosten erheblich reduziert wurden. Eventuell wurde sogar das Gesamtsystem verschlechtert. Dies ist einer der Gründe für die weite Verbreitung von Wertstromanalysen

(VSM – Value Stream Mapping), wie sie von Womack und Jones beschrieben wurden (Womack & Jones 2004). In dieser Wertstromanalyse sollen alle Informationsströme vom Kunden über die Produktionsplanung zum Lieferanten auf der einen Seite und die Materialflüsse in die entgegengesetzte Richtung dargestellt werden. Zwei Erkenntnisse, die aus dieser Analyse gewonnen werden, sind dabei zentral:

- Erstens, wird die gesamte Durchlaufzeit eines Produktes durch den Wertstrom den Zeiten für die nicht-wertschöpfenden Tätigkeiten gegenübergestellt. Anteile an wertschöpfenden Zeiten an der gesamten DLZ von unter einem Prozent sind keine Seltenheit.
- Zweitens, es wird durch sogenannte „Red Flags“ die Verschwendung im gesamten Ablauf hervorgehoben. Diese dienen als Grundlage für das Wertstromdesign (VSD – Value Stream Design), das den zukünftigen, gewünschten Zustand darstellt. Die Implementierung vom VSM zum VSD wird durch Maßnahmen definiert, die aus den „Red Flags“ abgeleitet wurden und den gesamten Wertstrom und nicht nur einzelne Abschnitte verbessern.

Bild 2.9 stellt ein sehr einfaches VSM dar, welches für die Produktion von Gehäuseteilen erstellt wurde und die Montagelinien zu jeweils einem Prozessschritt zusammenfasst. In der oberen Hälfte wird der Informationsfluss dargestellt, in der unteren der Materialfluss. Im Kontext dieses Kapitels soll mit dem VSM visualisiert werden, wo sich Stopps im gesamten Fluss befinden und welche Auswirkung sie auf die Bestände und die Durchlaufzeit haben. Aus dieser Gesamtdarstellung soll ein zukünftiger Zustand abgeleitet werden, in dem diese optimiert werden.

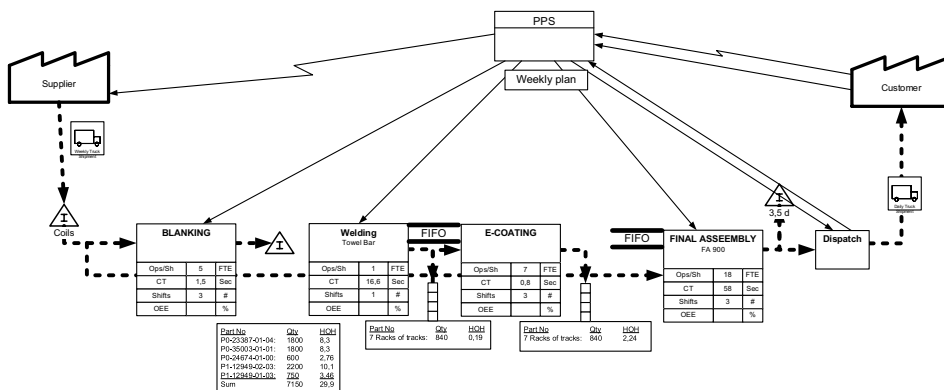


Bild 2.9 Wertstromanalyse

Welcher administrative Aufwand ergibt sich durch lange Durchlaufzeiten und Änderungen von Aufträgen?

Je länger die Durchlaufzeiten eines Unternehmens sind, umso mehr Zeit wird dem Kunden gegeben, seine Meinung zu einer Bestellung zu überdenken. Lieferzeiten von acht, zwölf oder mehr Wochen sind für viele Industrien und Produkte realistische Werte. Der Kunde wird gezwungen, eine Entscheidung zu treffen, deren Basis sich innerhalb eines solch langen Zeitraums ändern kann. Je länger also diese Lieferzeit ist, umso größer ist die Chance, dass der Kunde seine Bestellung bezüglich Menge, Termin oder vielleicht sogar bezüglich des Produktes selber ändert. Wenn sich der Auftrag bereits in der Produktion befindet oder Materialien bestellt wurden, kann dies eine ganze Welle von Aktivitäten auslösen. Die meisten Unternehmen können sich auch nicht den Luxus einer „Freezing-Periode“ leisten. In dieser wird dem Kunden innerhalb eines gewissen Zeitfensters die Möglichkeit einer Änderung genommen oder diese eingeschränkt (z. B. zwei Tage vor Auslieferung).

Vertriebsmitarbeiter versuchen häufig bei solch langen Lieferzeiten flexibel auf Änderungswünsche der Kunden zu reagieren. Oft ist ihnen allerdings nicht bewusst, was alles bei kleinsten Änderungen geschieht. In vielen Fällen sind diese Abweichungen notwendig, um die zukünftige Zusammenarbeit mit dem Kunden zu sichern. Was also passiert nun in der Produktion, wenn sich ein Kundenauftrag ändert?

Wie bereits eingangs erwähnt, ist der Effekt nicht so bedeutend, wenn der Auftrag noch nicht freigegeben wurde und sich in der Produktion befindet. Es wird also nur den Fall betrachtet, dass ein Auftrag geändert wird, der bereits physisch in der Produktion ist.

Ein klassisches Beispiel ist, dass ein Auftrag aus terminlichen Gründen vorgezogen werden muss. Dabei gilt in der Praxis natürlich die Regel, wer am lautesten schreit, auch erhört wird. Der Vertriebsmitarbeiter fragt in der Arbeitsvorbereitung nach, wo sich der Auftrag gerade befindet und wann die Fertigstellung geplant ist. Da die Antwort meistens für den Vertrieb nicht zufriedenstellend ist, wird die Priorität des Auftrages geändert. Der Mitarbeiter der Arbeitsvorbereitung oder die Führungskraft in der Produktion greift manuell in die Planung ein, was auch Auswirkungen auf die gesamte Kapazitäts- und Terminplanung aller anderen Aufträge hat. Damit haben wir auch schon ein bedeutendes Argument, warum die meisten Planungssysteme nur eingeschränkt funktionieren. Der Eingriff in die laufende Produktion kann so drastisch sein, je nachdem wie laut der Kunde „geschrien“ hat, dass ein bereits begonnener Auftrag von einer Anlage genommen wird und diese für den „Eilauftrag“ neu gerüstet wird. Alle verfügbaren Kräfte werden mobilisiert, bis das benötigte Material, die richtigen Arbeitspapiere, die notwendigen Werkzeuge usw. vorhanden sind. Ein Mitarbeiter der Arbeitsvorbereitung stellt nun sicher, dass der betroffene Auftrag im selben Tempo von Prozessschritt zu Prozessschritt gebracht wird. Die Fertigstellung kann auf diese

Weise innerhalb von Stunden oder wenigen Tagen erfolgen, obwohl die „normale“ Produktionsdurchlaufzeit Wochen beträgt.

Zusammenfassend kann folgender Aufwand durch solch einen Eingriff entstehen:

- Die Arbeitsvorbereitung (oder auch Customer-Service) muss entweder die Arbeitsaufträge neu planen oder greift direkt in die laufende Produktion ein. In beiden Fällen macht es die aktuelle Produktionsplanung obsolet. Je mehr Änderungen wir haben, umso gravierender wird der Effekt.
- Falls das PPS-System den genauen Status und Standort des Auftrages nicht anzeigt, beginnt eine manuelle Suche nach dem Material. Vor-Ort-Gehen der Arbeitsvorbereitungsmitarbeiter ist in den meisten Fällen nicht vermeidbar („Go-See-Produktionsplanung“).
- Kapazitätsverluste an Anlagen sind häufig nicht vermeidbar. Entweder wird, wie bereits oben erwähnt, in einen laufenden Auftrag eingegriffen, was zu einer vermehrten Anzahl von Rüstvorgängen führt, oder es kommt zu Stillständen, da entweder Material, Informationen oder Mitarbeiter fehlen. Diese Stillstände können nicht nur durch den betroffenen Auftrag verursacht werden, sondern selbst an anderen Anlagen und anderen Aufträgen, da die ursprüngliche Planung nicht mehr korrekt ist.
- Der Kunde kann neben Terminänderungen auch die bestellte Menge ändern. Wenn er die Menge reduziert, resultiert dies in einer Überproduktion und damit wieder in Beständen. Falls das betroffene Produkt über eine Engpassanlage produziert wird, werden auch wertvolle Ressourcen für Produkte verschwendet, die nicht benötigt werden. Erhöht der Kunde die Bestellmenge, so führt dies meistens zu zusätzlichen Arbeitsaufträgen, wodurch Anlagen mehrmals für denselben Auftrag gerüstet werden müssen. Wir haben daher nicht mehr nur einen Rüstauftrag, der das finanzielle Ergebnis eines Auftrages beeinflusst, sondern zwei oder mehr.
- Einen ganz anderen Effekt haben wir, wenn der Kunde die Bestellung komplett storniert oder nicht mehr fähig ist, die bestellte Ware abzunehmen. Wir haben in fast allen der zahlreichen Produktionsstätten, in den wir gearbeitet haben, Produktionsaufträge gefunden, die zwischen Anlagen oder in Zwischenlagern stehen und die keinen Abnehmer mehr haben.

Abschließend kann zu diesem Thema gesagt werden, je länger die Durchlaufzeiten, umso größer die Chance, dass der Kunde etwas an seinem Auftrag ändert. Je mehr Änderungen es gibt, umso mehr Störungen ergeben sich im Ablauf der Produktion und einen umso größeren Zeitpuffer muss die Arbeitsvorbereitung in die Terminplanung einbauen. Damit verlängert sich automatisch wieder die Durchlaufzeit und die Argumentationskette fängt wieder von vorne an. Das Thema Bestände und Durchlaufzeiten führt damit zu einem Teufelskreis, aus dem es schwer ist, wieder zu entfliehen.

Im folgenden Kapitel werden nun einige der Ansätze beleuchtet, die verwendet werden können, um den Herausforderungen im Zusammenhang mit Beständen und Durchlaufzeiten zu begegnen.

Die Betrachtungen und Fallstudien sind in drei Bereiche unterteilt:

- Bestände an Fertigwaren/Halffertigwaren, also ein Thema der Überproduktion
- in Zwischenbestände, den Materialien innerhalb der Produktion
- und in Bestände an Zuliefermaterial.

Wobei erst beim dritten Punkt auch externe Lieferanten mit in die Betrachtung gezogen werden.

■ 2.2 Bestände an Halb- und Fertig- erzeugnissen

Es gibt wohl kaum ein produzierendes Unternehmen, welches keine Bestände an Fertigwaren oder Halffertigwaren hat. Die Bedeutung und Größe des Fertigwarenlagers ist unmittelbar davon beeinflusst, ob es sich um einen Massen- oder einen Auftragsfertiger handelt. Bei einem Produzenten, der nur auf direkte Kundenaufträge fertigt, wird das Fertigwarenlager eher limitiert sein. Im Lager für Halffertigwaren wird der Unterschied nicht so gravierend sein, da auch bei einem Auftragsfertiger einzelne Komponenten in einen Großteil der Endprodukte einfließen können.

Entweder werden die Waren im Produktionsbetrieb selber gelagert oder es existiert eine Form eines zentralen Lagers, wo Produkte aus verschiedenen Standorten zusammenfließen. Die Hauptaufgaben eines Lagers für Fertigwaren sowie für Halffertigwaren sind:

- Sicherstellung einer sofortigen Lieferung an den Kunden und damit dem Abgleich zwischen der Produktionsdurchlaufzeit und der Kundendurchlaufzeit
- Auffangbecken für die Überproduktion, da die produzierte Menge nicht der bestellten Menge des Kunden entspricht
- Möglichkeit der Kommissionierung von unterschiedlichen Produkten aus einer oder mehreren Produktionsstätten zu einem Kundenauftrag
- Lagerung als ein zusätzlicher Prozessschritt, bevor sie ausgeliefert oder vom Kunden weiterverwendet werden können.

Die Kosten für diese Art an Beständen werden in den meisten Unternehmen relativ klar und eindeutig dargestellt. Wir sprechen hier hauptsächlich über die Kosten der Kapitalbindung, die direkt auftretenden Kosten des Lagers und die Kosten für Abschreibungen bei Wertverlusten und Verschrottungen.

Stichwortverzeichnis

Symbole

4-Windows Report 395
5-S 101, 339, 354, 361
5-S Audit 356
5-Warum Fragen 349, 364
7 Arten der Verschwendung 2

A

A3-Report 394
Abrufverhalten 170
Absatzprognosen 164
Andon 90
Ausschuss 74, 321

B

Bandlogistiker 283
Bereichstafeln 76, 403
Bestände 151, 341, 383
Bestände - aktiv 399
Bestände - obsolete 398
Bestandsreduzierung 313, 398
Betriebsdatenerfassung (BDE) 60
Bewegung 16, 20, 25, 30, 34, 42, 126

C

Cost Of Poor Quality\ (COPQ) 323

D

Design for Manufacturability 365
Drückende Fertigung 183
Durchlaufzeit 155, 174, 263

E

Effizienzverluste 71
Eingangskontrolle 324
Einmaschinenbedienung 7
Engineering Changes 341
Ersatzteilmanagement 98
Eskalationsstufen 81

F

Fertigprodukte 152
Fertigwaren 162
FIFO (First-In First-Out) 203
First Pass Yield (FPY) 351
First Time Yield (FTY) 351
Fischgrätendiagramm 265
Fixes Produktionsprogramm 223, 226

H

Halbfertigware 162, 245
Handelswaren 307
Heijunka 191
Heijunka-Box 191, 217
Highrunner 314
High-Runner 236
Hoshin Kanri Prozess 348

I

Indexstand 341
Instandhaltung (dezentral) 103
Instandhaltung (vorbeugend) 112
Instandsetzungsabläufe 89

Instandsetzungsaufgaben 94
Interner Logistiker 30, 278
Ishikawa-Diagramm 265, 345, 349,
361, 390

J

Just-in-Time 245, 247

K

Kanban 134, 183, 186, 315
Kanbanboard 315
Kanban – Karten 201, 242
Kantantafel 135, 201, 242
Kanban – Zwei-Behälter-System 273
Kapazität 180
Kapazitätsprojekten 3
Kleinserien 34, 86
Kundendurchlaufzeit 165

L

Ladenhüter 167
Lager 332
Layoutoptimierung 16
Lieferanten 358
Lieferzeit 179
Lieferzeitklassen 230, 236, 307
Losgröße 163, 383
Low-Mover 236, 314

M

Manufaktur 20
Maschine 361, 364f.
Maschinenbücher 61
Maßnahmenplan 79
Material 354, 358, 360
Materialbereitstellung 42
Materialflussoptimierung 16
Mehrmaschinenbedienung 10
Mensch 369, 372, 374f.
Messmittel 376
Methode 376, 380

Mizusumashi 280
Montagelinie 273
Montagezelle 25
Multimomentaufnahme 13

N

Nacharbeit 74, 321
Nachhaltigkeit 393
Netzdiagramm 357, 411

O

Obeya 85
OEE – Overall Equipment Effectiveness
48
One-Piece-Flow 275, 385

P

Paarweiser Vergleich 107, 142
Pareto 346
Pareto-Diagramm 64
Poka Yoke 372, 374f.
Policy-Deployment-Matrix 348
Production Planning Process (3-P) 136
Produktionsdurchlaufzeit 165, 173
Produktionstafel 76, 346, 403
Produktivität 1
Produktivitätssteigerungen 396
Projektgeschäft 86, 278
Prozessfähigkeit 365
Prozessfluss 249
Pull 183, 268
Push 183

Q

Qualifikationsmatrix 369
Qualitätskosten 321
Qualitätsmatrix 348, 377
Qualitätsregelkreis 387
Qualitätszirkel 388
Quick Response Quality Control –
QRQC 388

R

Rohmaterial 151, 313, 336, 339
Run@Rate 57
Rüsten 119
Rüsten – Externalisieren 119
Rüsten – interne Tätigkeiten 123
Rüsthäufigkeit 64
Rüsthäufigkeit 131, 134
Rüstzeitaufnahme 67
Rüstzeiten 64, 155, 181

S

Schrittmacherprozess 192
See der Bestände 256
Serienfertigung 16, 27, 42, 74, 230, 273,
283, 294
SMED (Single Minute Exchange of
Dies) 118
Sonderfertigung 30, 230, 268
Sonderprodukten 192
Spaghetti-Diagramm 15
Sperrlager 327 f.
Standard 369, 381, 405
Standardprodukte 192, 223
Supermarkt 283, 286, 299

T

Täglichen Produktionsbesprechungen
76
Taktzeit 5, 249
Technologiegruppen 131
Theory of Constraints 269

TQM - Total Productive Maintenance
93
Transport 16, 30, 332
Trends 79

U

Überproduktion 152, 163
Umweltbedingungen 360

V

Value Stream Design 159
Value Stream Map 158
Variantenbaum 12, 179
Variantenvielfalt 317
Verschwendung 2
Visuelles Management 74, 86

W

Wareneingang 324, 328
Wartezeiten 20, 25, 27, 34
Wasserfall-Diagramm 59
Wertstrom 145, 158
Wertstromanalyse 294
WIP 249, 255

Z

Zellenlayout 34, 250
Ziehende Fertigung 183, 192, 207
Zuliefermaterial 301
Zwischenbestände 249, 255, 268
Zykluszeit 6, 249