

Uwe Dombrowski und Tim Mielke (Hrsg.)

Inhaltsverzeichnis

2.1	Struktur Ganzheitlicher Produktionssysteme	26
2.2	Vermeidung von Verschwendung	32
2.3	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess	50
2.4	Standardisierung	66
2.5	Null-Fehler-Prinzip	80
2.6	Fließprinzip	96
2.7	Pull-Prinzip	110
2.8	Mitarbeiterorientierung und zielorientierte Führung	128
2.9	Visuelles Management	149
	Literaturverzeichnis	162

U. Dombrowski (✉) · T. Mielke
Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung (IFU), Technische Universität
Braunschweig, Braunschweig, Deutschland
E-Mail: u.dombrowski@ifu.tu-bs.de

T. Mielke
E-Mail: t.mielke@ifu.tu-bs.de

Die Struktur von Ganzheitlichen Produktionssystemen ist ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal zu den meisten Rationalisierungsansätzen. Mit dieser Struktur wird die sehr wichtige Durchgängigkeit von Unternehmenszielen über Prozesse zu Gestaltungsprinzipien, Methoden und Werkzeugen hergestellt. In diesem Kapitel wird zunächst auf die generelle Struktur Ganzheitlicher Produktionssysteme eingegangen, bevor die acht Gestaltungsprinzipien nach VDI 2870 mit den jeweiligen Methoden und Werkzeugen vorgestellt werden. Ein fundiertes Verständnis der tieferen Zusammenhänge innerhalb und zwischen den verschiedenen Gestaltungsprinzipien ist eine Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Einführung von Ganzheitlichen Produktionssystemen. Die Vorstellung der Gestaltungsprinzipien folgt stets einem einheitlichen Aufbau. Zu Beginn werden die Grundlagen vorgestellt, die für das fundierte Verständnis erforderlich sind. Hierbei werden auch wichtige Zusammenhänge zwischen den Gestaltungsprinzipien aufgezeigt. Kaum ein Gestaltungsprinzip lässt sich isoliert einführen, weswegen die Zusammenhänge sehr wichtig sind. Dies ist auch bei der unternehmensspezifischen Ausgestaltung eines GPS wichtig, bei der häufig Gestaltungsprinzipien zusammengelegt oder unternehmensindividuell ausgestaltet werden. In einem zweiten Schritt werden für jedes Gestaltungsprinzip die Methoden nach VDI 2870 und ggf. weitere vorgestellt, die bei der praktischen Umsetzung hilfreich sein können. Anschließend wird das Gestaltungsprinzip anhand mindestens eines Praxisbeispiels erläutert. Die Praxisbeispiele wurden von zahlreichen renommierten Industrieunternehmen beschrieben und umfassen eine Beschreibung des jeweiligen GPS.

2.1 Struktur Ganzheitlicher Produktionssysteme

Uwe Dombrowski, Philipp Krenkel und Tim Mielke

2.1.1 Aufbau

Ganzheitliche Produktionssysteme (GPS) sind grundsätzlich unternehmensspezifisch, folgen jedoch einem allgemein vergleichbaren Aufbau. Im Rahmen einer durch das Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung durchgeführten Analyse wurden

U. Dombrowski · P. Krenkel · T. Mielke
Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung (IFU), Technische Universität
Braunschweig,
Braunschweig, Deutschland
E-Mail: u.dombrowski@ifu.tu-bs.de

P. Krenkel
E-Mail: p.krenkel@ifu.tu-bs.de

T. Mielke
E-Mail: t.mielke@ifu.tu-bs.de

GPS sowohl deutscher als auch europäischer Firmen untersucht. Hierbei ließ sich ein Basisaufbau identifizieren, der den meisten GPS zugrunde liegt. Mit GPS werden generelle Ziele der Unternehmen verfolgt, aus denen Teilziele für einzelne Gestaltungsprinzipien¹ abgeleitet werden können. Unter einem Gestaltungsprinzip ist in diesem Zusammenhang ein Konstrukt zu verstehen, das einen Rahmen für inhaltlich ähnliche oder zusammengehörige Methoden und Werkzeuge bietet. (Dombrowski et al. 2006a) Weiterhin wurden zwei Strukturtypen bei GPS unterschieden. Während Strukturtyp A lediglich zwischen Gestaltungsprinzipien, Methoden und Werkzeugen unterscheidet, wird in Strukturtyp B die Ebene der Subsysteme beschrieben. Die Subsysteme stellen eine weitere Zusammenfassung mehrerer Gestaltungsprinzipien dar, die dann wiederum etwas operativer ausfallen. (Dombrowski et al. 2006b) Beispiele für Subsysteme sind Arbeitsstrukturen und Gruppenarbeit oder Qualität und robuste Prozesse. Dem Subsystem Arbeitsstrukturen und Gruppenarbeit können bspw. die Prinzipien Führung, Mitarbeiterentwicklung, Arbeitssicherheit etc. zugeordnet sein.

Eine Vereinheitlichung des allgemeinen GPS-Aufbaus erfolgte durch die VDI-Richtlinie 2870-1. Die Ansätze verschiedener Autoren wurden dabei zu einem einheitlichen Aufbau zusammengefasst. Dieser beschreibt die folgenden Elemente: Ziele, Unternehmensprozesse, Gestaltungsprinzipien sowie Methoden und Werkzeuge. Die Elemente sind in einer stringenten Struktur angeordnet, wodurch vor allem eine Verbindung zu den übergeordneten Zielen und Unternehmensprozessen geschaffen wurde. Dies ermöglicht eine durchgängige und umfassende Ausrichtung des GPS und unterstreicht den Anspruch der Ganzheitlichkeit. Die Richtlinie dient nicht dazu, alle GPS zu vereinheitlichen, sondern soll ein einheitliches Begriffsverständnis fördern und Empfehlungen geben.

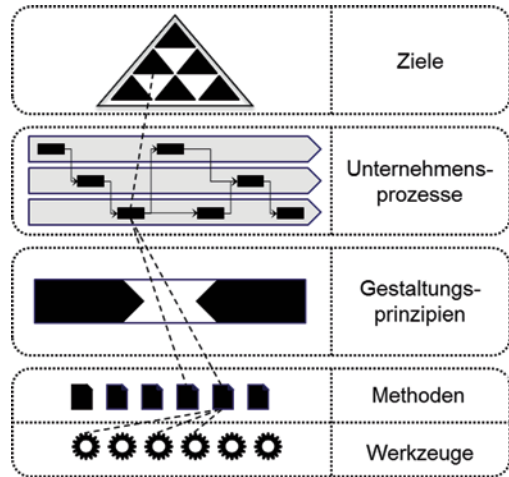
Der strukturierte Aufbau ermöglicht eine geordnete Anwendung der Methoden und Werkzeuge in Abstimmung mit den Unternehmenszielen. Diese Durchgängigkeit wurde erst mit GPS erreicht und ist bei konventionellen Lean-Ansätzen nicht verbreitet. Mit diesen Eigenschaften grenzen sich GPS von herkömmlichen Rationalisierungsprojekten ab, da sie langfristig in den Unternehmensprozessen verankert sind. Abbildung 2.1 zeigt den Aufbau nach VDI 2870-1. Die einzelnen Elemente werden im Folgenden beschrieben.

2.1.2 Ziele

Der Geltungsbereich von GPS beschränkt sich in den meisten Unternehmen auf die Fertigung und Montage bzw. die Auftragsabwicklung sowie die dazugehörigen Querschnittsfunktionen (s. Kap. 1). Zu letzteren werden Logistik, Human Resource-, Qualitäts- und Instandhaltungsmanagement gezählt. Die Produktentstehung sowie Vertrieb & Service werden in der Regel nicht mit einbezogen, sollten langfristig jedoch berücksichtigt wer-

¹ Gestaltungsprinzipien werden je nach Unternehmen oder Autor auch als Prinzipien oder Gestaltungsfelder bezeichnet.

Abb. 2.1 Aufbau und Struktur eines Ganzheitlichen Produktionssystems (VDI 2870-1)



den. Erst wenn das GPS sich auf das gesamte Unternehmen bezieht, entfaltet es seine volle Wirkung im Sinne eines Lean Enterprise (s. Kap. 4 und 6).

Bei der Konzeption von GPS werden zunächst die **Ziele** festgelegt. Der Zielfeststellungsprozess sollte ein abgestimmter, zeitlich festgelegter und gelenkter Prozess sein, in dem aus den Unternehmenswerten (Vision und Mission) die Unternehmensstrategie und daraus die Unternehmensziele abgeleitet werden.

Innerhalb der Auftragsabwicklung sind in erster Linie die Zielgrößen Qualität, Kosten und Zeit relevant. Ergänzende Zielgrößen wie Innovation sind vor allem in Produktentstehung, Vertrieb oder Marketing zu berücksichtigen. Es bestehen jedoch starke Wechselwirkungen innerhalb eines Unternehmens, sodass die Zielgrößen anderer Bereiche ebenso zur Verbesserung oder aber auch Verschlechterung von Qualität, Kosten und Zeit beitragen können. (VDI 2870-1) Daher ist es besonders wichtig, Ziele horizontal und vertikal abzustimmen. Die Bedeutung der Zielabstimmung wird durch die eher dezentrale Prozessverbesserung in GPS weiter verstärkt. Wenn alle Mitarbeiter kontinuierlich ihre Prozesse hinterfragen und verbessern, ist es wichtig, dass die zahlreichen einzelnen Verbesserungen sich nicht negativ beeinflussen. Das Zielmanagement wird in Kap. 2.8 aufgegriffen und erklärt.

2.1.3 Unternehmensprozesse

Die Umsetzung der Ziele hat Auswirkungen auf die gesamte Organisationsstruktur eines Unternehmens und somit auf die Abwicklung der **Unternehmensprozesse**. Es ist üblich, dass Ziele zunächst für übergeordnete Organisationsbereiche definiert und anschließend

auf die jeweiligen Funktionsbereiche heruntergebrochen werden. Diese Zielbildung ist allerdings meist nur indirekt auf den Kunden ausgerichtet. So wird die kundenorientierte Zielerreichung häufig behindert, da die Strukturen eher funktionsorientiert sind und sich viele bereichsbedingte Schnittstellen ergeben. Diese Schnittstellen führen zu hohem Koordinationsaufwand, fehlendem Verständnis für Ziele und Aufgaben anderer Bereiche und Unklarheiten über Zuständigkeiten (Schmelzer und Sesselmann 2010). Für Unternehmen ist es demnach wichtig, ein prozessorientiertes Unternehmensmodell zu entwickeln (Binner 1999). Idealerweise ist hierbei jeder Prozess ohne Schnittstellen auf die Erfüllung der Kundenanforderungen ausgerichtet. So können eindeutige, kundenorientierte Ziele festgelegt werden, deren Erfüllung einen geringeren Koordinationsaufwand erfordert. Die notwendigen Aufgaben werden für alle Mitarbeiter transparent und das Verantwortungsgefühl wird erhöht. (VDI 2870-1; Ahlrichs und Knuppertz 2010)

2.1.4 Gestaltungsprinzipien

Durch die Auswahl der **Gestaltungsprinzipien** werden die anzuwendenden Methoden und Werkzeuge strukturiert und es wird sichergestellt, dass ein aufeinander abgestimmtes Gesamtsystem entsteht. Die Gestaltungsprinzipien dienen dazu, einen Themenbereich abzudecken, der zur Umsetzung von zusammengehörigen Unternehmenszielen in den Unternehmensprozessen dient. In vielen Unternehmen sind diese Gestaltungsprinzipien durch verschiedene Begriffe beschrieben, welche aber eine nur leicht variierende Bedeutung haben. Innerhalb dieses Buchs werden in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2870 folgende Gestaltungsprinzipien näher beschrieben und deren Zusammenhänge diskutiert (s. Abb. 2.2):



Abb. 2.2 Gestaltungsprinzipien Ganzheitlicher Produktionssysteme nach VDI 2870

- Vermeidung von Verschwendung (Kap. 2.2)
- Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (Kap. 2.3)
- Standardisierung (Kap. 2.4)
- Null-Fehler-Prinzip (Kap. 2.5)
- Fließprinzip (Kap. 2.6)
- Pull-Prinzip (Kap. 2.7)
- Mitarbeiterorientierung und zielorientierte Führung (Kap. 2.8)
- Visuelles Management (Kap. 2.9)

2.1.5 Methoden und Werkzeuge

Zum ausführbaren Teil eines Produktionssystems gehören die Methoden und Werkzeuge, die zur (Teil-)Zielerreichung innerhalb einzelner Unternehmensprozesse eingesetzt werden können. Die Begriffe „Methode“ und „Werkzeug“ sind dabei grundsätzlich zu trennen, stehen aber in enger Verbindung zueinander. So können ein oder mehrere Werkzeuge einer Methode zugeordnet sein. Durch die Ausrichtung an den Gestaltungsprinzipien wird sichergestellt, dass sie nicht gegensätzlich zueinander stehen. (VDI 2870-1; Dombrowski et al. 2006)

Methoden sind „bestimmte standardisierte Vorgehensweisen, die einem Gestaltungsprinzip zugeordnet“ sind und zum Erreichen der definierten Unternehmensziele eingesetzt werden. (VDI 2870-1) Als Werkzeug wird ein „standardisiertes, physisch vorhandenes Mittel“ bezeichnet (inkl. Software), das zur Anwendung bzw. Umsetzung von Methoden notwendig ist. (VDI 2870-1; Dombrowski et al. 2006a)

Um Verbesserungspotenziale optimal auszuschöpfen, ist die Vielzahl der in der Literatur und industriellen Praxis beschriebenen Methoden und Werkzeuge zunächst als sogenannter „flexibler Standard“ zu sehen. Das bedeutet, dass Methoden und Werkzeuge zu Beginn ihrer Einführung auf Grundlage allgemeingültiger Beschreibungen zu betrachten sind, wobei diese entsprechend unternehmensspezifischer Gegebenheiten angepasst werden müssen. Dies bedingt ein Experimentieren mit dem Ziel, einen unternehmensspezifischen Standard bei der Anwendung der Methoden und Werkzeuge zu etablieren. Wichtig ist hierbei, die Akzeptanz der Mitarbeiter zu erreichen. Denn nach der Standardisierung müssen die Methoden und Werkzeuge idealerweise von allen Mitarbeitern konsequent im kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) angewendet werden. (VDI 2870-1)

In der VDI-Richtlinie 2870-2 wurden 35 Methoden ausgewählt, die in der Literatur und industriellen Praxis eine hohe Verbreitung finden. Diese Methoden werden in Tab. 2.1 aufgelistet und in den nachfolgenden Kapiteln aufgegriffen und näher beschrieben. Bei Bedarf wurden weitere Methoden in den einzelnen Kapiteln ergänzt.

Tab. 2.1 Gestaltungsprinzipien und Methoden der VDI 2870-2

Gestaltungsprinzip	Methode
Vermeidung von Verschwendung (s. Kap. 2.2)	Chaku-Chaku
	Low Cost Automation
	Total Productive Maintenance
	Verschwendungsbewertung
Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (s. Kap. 2.3)	Audit
	Benchmarking
	Cardboard Engineering
	Ideenmanagement
	PDCA
Standardisierung (s. Kap. 2.4)	5S
	Prozessstandardisierung
Null-Fehler-Prinzip (s. Kap. 2.5)	5 x Warum
	8D-Report
	A3-Methode
	Autonomation
	Ishikawa-Diagramm
	Kurze Regelkreise
	Poka Yoke
	Six Sigma
	Statistische Prozessregelung
	Werkerselbstkontrolle
Fließprinzip (s. Kap. 2.6)	First In First Out
	One Piece Flow
	Schnellrüsten
	Wertstromplanung
	U-Layout
Pull-Prinzip (s. Kap. 2.7)	Just in Time/Just in Sequence
	Kanban
	Milkrun
	Nivellierung
	Supermarkt
Mitarbeiterorientierung & zielorientierte Führung (s. Kap. 2.8)	Hancho
	Zielmanagement
Visuelles Management (s. Kap. 2.9)	Andon
	Shopfloor Management (s. Kap. 2.8)

2.2 Vermeidung von Verschwendung

Kai Schmidtchen und Frank Theil

2.2.1 Grundlagen

Vermeidung von Verschwendung ist neben der kontinuierlichen Verbesserung eines der wichtigsten Gestaltungsprinzipien Ganzheitlicher Produktionssysteme (VDI 2870-1). Taiichi Ohno stellt den hohen Stellenwert der Vermeidung von Verschwendung im Toyota-Produktionssystem deutlich heraus. Ohno zufolge gilt die Vermeidung von Verschwendung als das wichtigste Ziel zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit innerhalb der Produktion. (Ohno 2009) Die Idee der Vermeidung von Verschwendung kann bereits auf W. Edwards Deming zurückgeführt werden. Er betonte bereits in den 1950er Jahren, dass durch die Vermeidung von Verschwendung die Qualität erhöht und die Kosten reduziert werden. (Deming 2000; Bicheno 2004) Die Anwendung der in den nachfolgenden Kapiteln beschriebenen Gestaltungsprinzipien und der dazugehörigen Methoden und Werkzeugen hat zum Ziel, Verschwendung im Unternehmen zu vermeiden bzw. diese auf ein Minimum zu reduzieren.

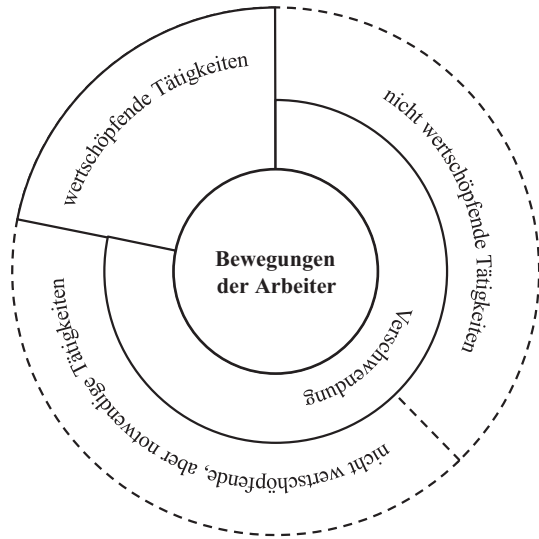
Das Gestaltungsprinzip Vermeidung von Verschwendung verfolgt die Erhöhung der Wertschöpfung. (Ohno 2009) Grundsätzlich wird zwischen wertschöpfenden, nicht-wertschöpfenden sowie nicht-wertschöpfenden, aber notwendigen Tätigkeiten (z. B. Transporte) unterschieden (s. Abb. 2.3). (Becker 2006; Ohno 2009) Wertschöpfende Tätigkeiten umfassen all diejenigen Vorgänge, die den Wert eines Produktes erhöhen und für die der Kunde bereit ist zu bezahlen (VDI 2870-1). Dementsprechend führen nicht-wertschöpfende Tätigkeiten sowie nicht-wertschöpfende, aber notwendige Tätigkeiten zu keiner Erhöhung des Wertes aus Sicht des Kunden und stellen somit Verschwendung dar (Liker 2004). Es gilt jedoch zu beachten, dass nicht-wertschöpfende, aber notwendige Tätigkeiten unter den bestehenden Gegebenheiten für die Leistungserbringung eine wesentliche Voraussetzung darstellen (Ohno 2009).

Verschwendung wird auch häufig mit dem japanischen Ausdruck „Muda“ bezeichnet (Ohno 2009; Imai 1997b). Unterschieden werden nach Ohno sieben Arten der Verschwendung (Ohno 2009):

K. Schmidtchen
Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung (IFU), Technische Universität
Braunschweig,
Braunschweig, Deutschland
E-Mail: k.schmidtchen@ifu.tu-bs.de

F. Theil
Robert Bosch Elektronik GmbH, Salzgitter, Deutschland
E-Mail: frank.theil@ifu.tu-bs.de

Abb. 2.3 Zusammenhang Wertschöpfung und Verschwendung nach. (Ohno 2009)



- Überproduktion
- Bestände
- Wartezeiten
- Transport
- Unnötige Bearbeitungsschritte
- Bewegungen
- Ausschuss und Nacharbeit

Bei der Einführung von Ganzheitlichen Produktionssystemen fokussieren Unternehmen zumeist auf die Vermeidung von Verschwendung im Sinne von „Muda“. Neben „Muda“ existieren jedoch auch „Muri“ und „Mura“ (Ohno 2009; Imai 1997b). „Muri“ bezeichnet die Überbelastung sowohl von Maschinen als auch Menschen. Die Belastung über die natürlichen Grenzen hinaus kann beim Menschen u. a. zu Gesundheits-, Sicherheits- und Qualitätsproblemen führen. Bei einer Maschine sind die Folgen der Überlastung zumeist Unterbrechungen oder auch Fehler. „Mura“ hingegen wird auch als Ursache von „Muda“ und „Muri“ angesehen und bezeichnet die Ungleichmäßigkeit. Ungleichmäßige Auslastungen können durch kurzfristig veränderte Produktionsplanungen oder Probleme wie Maschinenstillstände und Fehlteile verursacht werden. Häufig bewirkt die Ungleichmäßigkeit Verschwendung, da infolgedessen das System für Spitzenlasten ausgelegt wird, im Mittel aber nur gering ausgelastet wird. Dies zeigt, dass zwischen den sog. „drei Ms“ eine direkte Verbindung besteht und somit eine ganzheitliche Verbesserung die Berücksichtigung aller drei Ms erfordert. (Liker 2004; Bicheno 2004)

Im Folgenden werden die sieben Verschwendungsarten nach Ohno näher beschrieben.

Überproduktion

Überproduktion bezeichnet die Herstellung eines Produktes oder einer Dienstleistung, ohne dass der Kunde einen Bedarf gemeldet hat, Push-Prinzip. Grundsätzlich werden dabei zwei Arten der Überproduktion unterschieden. Zum einen die mengenmäßige Über-

produktion, bei der mehr Produkte hergestellt werden, als der Kunde bestellt hat. Zum anderen die frühzeitige Produktion, wobei Produkte fertiggestellt werden, bevor sie für die fristgerechte Erfüllung der Aufträge benötigt werden. Dies hat eine Verlängerung der Durchlaufzeit zur Folge. (Shingo 1992; Bicheno 2004)

Die Ursachen der Anwendung des Push-Prinzips lassen sich im Wesentlichen auf die Losgrößenplanung und Kapazitätsplanung zurückführen. Bei der Losgrößenplanung wird im Wesentlichen das Optimum zwischen Lagerkosten und Rüstkosten angestrebt. Bei der Kapazitätsplanung hingegen wird das Ziel einer optimalen Kapazitätsauslastung der Betriebsmittel verfolgt. Eine weitere Ursache der Überproduktion ist, dass ein Produkt gefertigt wird, dass auf Grund einer Änderung der Kundenanforderung z. B. Zeichnung oder Stückliste nicht mehr benötigt wird. Die Überproduktion wird als die schlimmste Verschwendungsart angesehen, da sie andere Verschwendungsarten verdeckt bzw. verursacht. (Ohno 2009; Liker 2004) So sind bspw. Bestände und unnötige Transporte das direkte Resultat der Überproduktion. Produkte die nicht vom Kunden nachgefragt werden, müssen bis zum Vorliegen einer Kundennachfrage eingelagert werden und bilden somit Bestände. Zudem besteht das Risiko, dass die Produkte verschrottet werden müssen, wenn keine Nachfrage vom Kunden vorliegt. Die durch die Ein- und Auslagerung verursachten Transporte sind nicht zwingend erforderlich und stellen daher Verschwendung dar.

Bestände

Grundsätzlich kann zwischen drei Arten von Beständen unterschieden werden. Dabei haben die verschiedenen Bestandsarten unterschiedliche Ursachen. Um Unregelmäßigkeiten des Lieferanten zu begegnen, werden Bestände an Rohmaterialien oder Zulieferteilen aufgebaut. (Bicheno 2004) Rohmaterialbestände sind am Anfang der Wertschöpfungskette zu finden; Fertigwarenbestände befinden sich am Ende der Wertschöpfungskette. Sie entstehen vornehmlich durch Überproduktion. Jedoch können sie bei stark schwankender Kundennachfrage erforderlich sein, um die Kundennachfrage überhaupt bedienen zu können (Ohno 2009). Bei der Produktion mit einer Losgröße größer als eine Einheit entstehen Zwischenbestände (auch work-in-process genannt). Produkte werden bis zu der Bearbeitung an der nächsten Arbeitsstation zwischengelagert. (Liker 2004) Somit befinden sich Zwischenbestände innerhalb der Wertschöpfungskette. Diese werden allein durch das Unternehmen bestimmt und sind sehr stark von der Güte der Prozesse abhängig. (Bicheno 2004)

Bestände verdecken Probleme, wie bspw. das Suchen nach Teilen oder Schmutz am Arbeitsplatz und erschweren somit den KVP (Liker 2004). Zur Beschreibung dieses Zu-

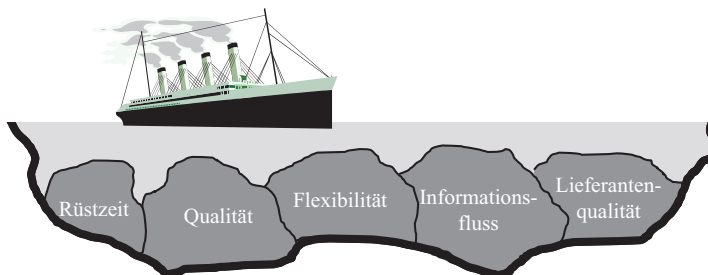


Abb. 2.4 See der Bestände nach. (Erlach 2010; Imai 1997b; Liker 2004)

Ganzheitliche Produktionssysteme
Aktueller Stand und zukünftige Entwicklungen
Dombrowski, U.; Mielke, T. (Hrsg.)
2015, XVI, 330 S. 136 Abb., Hardcover
ISBN: 978-3-662-46163-1