

Uwe Dombrowski
Tim Mielke *Hrsg.*

Ganzheitliche Produktionssysteme

Aktueller Stand und zukünftige
Entwicklungen

VDI

 Springer Vieweg



Ganzheitliche Produktionssysteme

Uwe Dombrowski • Tim Mielke
(Hrsg.)

Ganzheitliche Produktionssysteme

Aktueller Stand und zukünftige
Entwicklungen

Herausgeber

Uwe Dombrowski
Institut für Fabrikbetriebslehre
und Unternehmensforschung (IFU)
Technische Universität Braunschweig
Braunschweig, Deutschland

Tim Mielke
Institut für Fabrikbetriebslehre
und Unternehmensforschung (IFU)
Technische Universität Braunschweig
Braunschweig, Deutschland

ISBN 978-3-662-46163-1
DOI 10.1007/978-3-662-46164-8

ISBN 978-3-662-46164-8 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Berlin Heidelberg ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media
(www.springer.com)

Geleitwort

Unternehmen müssen sich zunehmend neuen Herausforderungen stellen. So haben zum Beispiel in der Nutzfahrzeugbranche die Herausforderungen dramatisch an Bedeutung und Geschwindigkeit zugelegt. Neben dem ohnehin schon volatilen Absatzmarkt und der extrem hohen Produktindividualisierung, erfordert beispielsweise die Globalisierung noch stärker eine klare Positionierung in den Zukunftsmärkten. Neue Vorgaben zur Verkehrs- und Klimapolitik, die Konzentration der Bevölkerung in Megastädten und die Verknappung von Ressourcen sind weitere Herausforderungen an die Produkte, die eingesetzten Technologien sowie das Produktions- und Logistiknetzwerk.

Ein Lösungsbaustein, um auf die Herausforderungen zu reagieren, ist die konsequente Umsetzung und Weiterentwicklung des Produktionssystems. Viele Unternehmen arbeiten heute sehr erfolgreich mit den Konzepten, Prinzipien und Methoden „Ganzheitlicher Produktionssysteme“. Unternehmen, die zumeist Anfang der 2000er Jahre GPS eingeführt haben, konnten meist beachtliche positive Effekte in Qualität, Produktivität, Flächenbedarf, Kapitalbindungskosten und Herstellungskosten erzielen. Auch bei der MAN Truck & Bus AG konnten seit der Einführung des MNPS erhebliche Verbesserungen erzielt werden, die die Wirtschaftlichkeit sichergestellt haben.

Die ursprünglichen Lean-Ansätze wurden in den letzten Jahren und Jahrzehnten sehr erfolgreich zu unternehmensspezifischen GPS weiterentwickelt. Dieses in der Industrie sehr wichtige Thema wurde bisher vorwiegend von japanischen und US-amerikanischen Autoren behandelt. Hierbei wurden zwar wichtige Lean-Grundsätze beschrieben, die Besonderheiten und Weiterentwicklungen deutscher GPS blieben jedoch unberücksichtigt.

Ein unternehmensübergreifender Austausch zu Methoden, Werkzeugen und Best-practices mitteleuropäischer Unternehmen, der zu neuen Ideen und weiteren Erfolgen führen könnte, findet viel zu selten statt.

Das vorliegende Buch bietet den Lesern einen umfassenden Überblick zum aktuellen Stand und neuen Ansätzen Ganzheitlicher Produktionssysteme. Die Beschreibung der Entwicklung über Lean zum GPS hilft, die Bedeutung und die Hintergründe besser zu verstehen. Einen großen Nutzen liefert das zweite Kapitel, in dem sehr detailliert und mit zahlreichen Praxisbeispielen die gängigen Gestaltungsprinzipien und Methoden von GPS erläutert werden. Es schließen sich sehr hilfreiche Kapitel zur Einführung von GPS und zur Anwendung in indirekten Bereichen an. Einen interessanten Einblick liefern die

letzten beiden Kapitel, die auf die Übertragung (z. B. auf Krankenhäuser) und die Weiterentwicklung zum Lean Enterprise eingehen. Mit diesem Buch wird eine Lücke in der Literatur zum Thema Produktionssystem geschlossen.

Vor diesem Hintergrund kann ich nur dazu ermutigen, sich intensiver mit anderen über das Thema Produktionssystem auszutauschen und die Weiterentwicklungen, Erfolge und Rückschläge der letzten Jahre zu teilen.

München, November 2014

Dr.-Ing. Carsten Intra
Vorstand Produktion & Logistik
MAN Truck & Bus AG

Vorwort

Ganzheitliche Produktionssysteme (GPS) sind spätestens mit Erscheinen der VDI-Richtlinie 2870 zum Industriestandard geworden. Kaum ein produzierendes Unternehmen kann es sich heute und schon gar nicht zukünftig leisten, auf die Vorteile eines GPS zu verzichten. Anfängliche Rufe, es handle sich nur um eine weitere kurzlebige Managementmode sind inzwischen längst verhallt. GPS geben den zahlreichen Gestaltungsprinzipien, Methoden und Werkzeugen, mit denen fortschrittliche Unternehmen ihre Prozesse gestalten und verbessern, einen konsistenten und nachhaltigen Rahmen. Auf diese Weise kann die Gestaltung und Verbesserung der Unternehmensprozesse einerseits dezentral durch die Mitarbeiter vor Ort und andererseits ausgerichtet auf die Unternehmensziele erfolgen. In dieser Durchgängigkeit von Zielen über Prozesse hin zu Gestaltungsprinzipien, Methoden und Werkzeugen liegt eine wichtige Voraussetzung für den anhaltenden Erfolg von GPS.

Die Idee zu diesem Buch entstand im Rahmen des VDI-Fachausschusses 201: Ganzheitliche Produktionssysteme, der die Richtlinie VDI 2870 ausgearbeitet hat. Trotzdem die entstandene Richtlinie sehr umfangreich ist, kann sie nur einen Bruchteil der Erkenntnisse umfassen, die in den letzten Jahren zum Thema GPS gesammelt wurden. Vor allem der Beschreibung der Gestaltungsprinzipien und ihrer Wechselwirkungen konnte im Rahmen einer Richtlinie nicht ausreichend Platz eingeräumt werden.

Ziel dieses Buchs ist es, einen umfassenden Einblick in das Thema Ganzheitliche Produktionssysteme und dessen zahlreiche Facetten in den unternehmensspezifischen Ausprägungen zu geben.

Im ersten Kapitel wird ausgehend von der handwerklichen Produktion über Taylor und Ford die historische Entwicklung bis zum GPS beschrieben. Im zweiten Kapitel erfolgt eine umfassende Beschreibung der Gestaltungsprinzipien von GPS, die jeweils mit Beispielen aus renommierten Industrieunternehmen veranschaulicht werden. Das Kapitel orientiert sich an der VDI 2870 und stellt sowohl die dort aufgezeigte Struktur als auch die Methoden vor. In Kapitel 3 wird die Einführung von GPS beschrieben. Hierfür wird auf typische Hindernisse, Einführungsphasen, Aufbauorganisation, Regelung der Einführung und das Change Management eingegangen. Das vierte Kapitel widmet sich GPS in indirekten Bereichen und beschreibt die erforderlichen Unternehmensbereiche am Beispiel von Lean Development, Lean Service, Lean Administration und Lean Leadership. Im fünften Kapitel werden Ergänzungen und Weiterentwicklungen zu GPS vorgestellt.

Das sechste Kapitel gibt einen Ausblick, wie das GPS zukünftig zu einem Lean Enterprise weiterentwickelt werden könnte.

Eine so umfassende Betrachtung dieses Themas braucht viele Blickwinkel und daher hat es mich sehr gefreut, dass so viele versierte Autorinnen und Autoren aus Wissenschaft und Industrie einen Beitrag zu diesem Buch geleistet haben. Ohne die vielen verschiedenen Sichtweisen wäre das Buch der Vielschichtigkeit des Themas nicht gerecht geworden. Auch an meinem Institut gab es viele Helfer, die an der Manuskripterstellung und -korrektur beteiligt waren. Insbesondere sind dabei Herr David Ebentreich, Herr Philipp Krenkel, Frau Elisabeth Scheele, Herr Kai Schmidtchen und Frau Anna-Katharina Wurst zu nennen. Darüber hinaus möchte ich mich für die stets sehr angenehme und professionelle Zusammenarbeit bei Herrn Thomas Lehnert und Frau Ulrike Butz vom Springer-Verlag bedanken.

An der Erarbeitung dieses Buches hat mein Mitarbeiter, Herr Tim Mielke sehr starken Anteil. Das bezieht sich sowohl auf die inhaltliche Diskussion wie auch auf die Koordination der unterschiedlichen Beiträge. Ich danke ihm herzlich für sein außerordentliches Engagement.

Ich hoffe Sie gewinnen beim Lesen interessante Einblicke und neue Erkenntnisse. Sollten Sie Anregungen oder Korrektur- und Verbesserungsvorschläge haben, möchte ich Sie ermuntern, mir diese mitzuteilen.

Braunschweig, November 2014

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe Dombrowski

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|------------|
| 1 | Einleitung und historische Entwicklung | 1 |
| 2 | Gestaltungsprinzipien Ganzheitlicher Produktionssysteme | 25 |
| 3 | Einführung Ganzheitlicher Produktionssysteme | 171 |
| 4 | Ganzheitliche Produktionssysteme in indirekten Bereichen | 189 |
| 5 | Weiterentwicklung und Übertragung | 259 |
| 6 | Ausblick – Lean Enterprise | 299 |
| | Glossar | 315 |
| | Sachverzeichnis | 327 |

Autorenverzeichnis

Thore Belz IAP GmbH, Braunschweig, Deutschland

Pinar Bilge TU Berlin, Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb, Berlin, Deutschland

Frank Deckert Adam Opel AG, Rüsselsheim, Deutschland

Rolf Diesch Siemens AG, München, Deutschland

Uwe Dombrowski Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung (IFU), TU Braunschweig, Braunschweig, Deutschland

Markus Droste BMW Group, München, Deutschland

David Ebentreich Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung (IFU), TU Braunschweig, Braunschweig, Deutschland

Christian E. Elger Klinik für Epileptologie, Universität Bonn, Bonn, Deutschland

Christian Engel Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung (IFU), TU Braunschweig, Braunschweig, Deutschland

Volker Große-Heitmeyer Sartorius Lab Instruments GmbH & Co. KG, Göttingen, Deutschland

Veit-Robert Hasselmann TU Dortmund, Institut für Produktionssysteme, Dortmund, Deutschland

Armin Hultsch BMW Group, München, Deutschland

Carsten Intra MAN Truck & Bus AG, München, Deutschland

Christoph Kortmann Hamm, Deutschland

Philipp Krenkel Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung (IFU), TU Braunschweig, Braunschweig, Deutschland

Henrike Lenzian Sennheiser electronic GmbH & Co.KG, Wedemark, Deutschland

Constantin Malorny Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung (IFU), TU Braunschweig, Braunschweig, Deutschland

Christoph Marten Phoenix Contact GmbH & Co. KG, Blomberg, Deutschland

Andre Mevenkamp Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik, Dortmund, Deutschland

Tim Mielke Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung (IFU), TU Braunschweig, Braunschweig, Deutschland

Martina Ringeln Miele & Cie. KG, Gütersloh, Deutschland

Stefan Schmidt Hamburg, Deutschland

Stefan Schmidt Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung (IFU), Technische Universität Braunschweig, Braunschweig, Deutschland

Kai Schmidtchen Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung (IFU), Technische Universität Braunschweig, Braunschweig, Deutschland

Hans-Jürgen Sobiech Wolfsburg, Deutschland

Tim Stock TU Berlin, Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb, Berlin, Deutschland

Natalia Straub Lehrstuhl für Unternehmenslogistik, TU Dortmund, Dortmund, Deutschland

Frank Theil Robert Bosch Elektronik GmbH, Salzgitter, Deutschland

Georg Ullmann Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH, Hannover, Deutschland

Yilmaz Uygun Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA

Sören Wesemann STADA Arzneimittel AG, Bad Vilbel, Deutschland

Thimo Zahn MAN Truck & Bus AG, München, Deutschland

Herausgeber

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe Dombrowski, nach 12-jähriger Tätigkeit in leitenden Positionen der Medizintechnik- und Automobilbranche erfolgte 2000 die Berufung zum Universitätsprofessor an die Technische Universität Braunschweig und die Ernennung zum Geschäftsführenden Leiter des Instituts für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung (IFU).

Tim Mielke, M.Eng. begann im Jahr 2009 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung (IFU) der Technischen Universität Braunschweig. Im Jahr 2013 wurde er zum Leiter Forschung und Industrie des IFU ernannt.

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|---------------|---|
| BeQIK | B etriebsergebnis, Q ualität, I nnovation und K undenorientierung |
| BPS | B osch P roduction S ystem |
| BVW | B etriebliches V orschlagswesen |
| CIM | C omputer I ntegrated M anufacturing |
| CIP | C ontinuous I mprovement P rocess |
| CTQ | C ritical to Q uality |
| DFMA | D esign for M anufacturing and A ssembly |
| DRBFM | D esign R eview B ased on F ailure M ode |
| DRG | D iagnosis R elated G roups |
| EKUV | E liminieren, K ombinieren, U mstellen, V ereinfachen |
| EPEI | E very P art E very I nterval |
| FIFO | F irst I n F irst O ut |
| FMEA | F ehlermöglichkeits- und E influssanalyse |
| gfo | G esellschaft für O rganisation e. V. |
| GKS | G anzheitliches K rankenhausssystem |
| GM-GMS | G eneral M otors G lobal M anufacturing S ystem |
| GMP | G ood M anufacturing P ractise |
| GPS | G anzheitliches P roduktionssystem |
| IFU | I nstitut für F abrikbetriebslehre und U nternehmensforschung |
| IMVP | I nternational M otor V ehicle P rogram |
| JIS | J ust in S equence |
| JIT | J ust in T ime |
| KPI | K ey P erformance I ndicator |
| KVP | K ontinuierlicher V erbesserungsprozess |
| LAI | L ean A dvancement I nitiative |
| LEE | L ean E xtended E nterprise |
| LEEAP | L ean E xtended E nterprise A ssessment P rocess |
| LEARM | L ean E xtended E nterprise R eference M odel |
| MIT | M assachusetts I nstitute of T echnology |
| MRP | M aterial R equirements P lanning |
| MWS | M iele W ertschöpfungs-System |

| | |
|--------------|--|
| MES | M iele E rfolgs-System |
| MNPS | M AN Truck & Bus AG P roduktionssystem |
| NUMMI | N ew U nited M otor M anufacturing I nc. |
| OEE | O verall E quipment E ffectiveness |
| OEM | O riginal E quipment M anufacturer |
| OPF | O ne P iece F low |
| PAT | P rocess A nalytical T echnology |
| PBE | P oint- B ased E ngineering |
| PDCA | P lan D o C heck A ct |
| PEP | P roduktentstehungs p rozess |
| PFMEA | P rozess- F ehler m öglichkeiten- und E influss a nalyse |
| PGL | B osch P lanungsleit f aden |
| PUS | P rozessorientiertes U nternehmenssystem |
| SAB | S tandard A rbeits b latt |
| SBE | S et- B ased E ngineering |
| SDCA | S tandardize D o C heck A ct |
| SLI | S artorius L ab I nstruments |
| SMART | S pezifisch, M essbar, A traktiv, R ealistisch, T ermingebunden |
| SMED | S ingle M inute E xchange of D ie |
| SMT | S urface M ounting T echnology |
| SPS | S iemens P roduktionssystem |
| SVS | S trukturierte V erschwendungss u che |
| TPM | T otal P roductive M aintenance |
| TPDS | T oyota P roduct D evelopment S ystem |
| TPS | T oyota- P roduktionssystem |
| VDI | V erein D eutscher I ngenieur e e. V . |
| VM | V isuelles M anagement |
| WPS | W ertschöpfungsorientiertes P roduktionssystem |

Uwe Dombrowski und Tim Mielke

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----|--|----|
| 1.1 | Aufbau des Buchs | 4 |
| 1.2 | Handwerkliche Produktion | 8 |
| 1.3 | Klassische Industrielle Produktion | 8 |
| 1.4 | Lean Production | 13 |
| 1.5 | Ganzheitliche Produktionssysteme | 18 |
| | Literaturverzeichnis | 22 |

Produktionssysteme werden oft auf ihre Bedeutung hinsichtlich Qualität, Zeit oder Kosten reduziert. Die Art und Weise des Produzierens hat jedoch weitreichende Folgen für die Gesellschaft, die häufig nicht erkannt werden. Beispielsweise hat die Industrialisierung derart erhebliche Veränderungen in der Gesellschaft ausgelöst, dass sie retrospektiv als Revolution bezeichnet wird (Spur 1994). Die Veränderung der Produktionsweise und damit der Produktionssysteme hat einen wesentlichen Einfluss auf die Lebensqualität und den Wohlstand einer Gesellschaft. Die Produktion beeinflusst, wie teuer die Waren sind und damit, wer sie sich leisten kann. Die Entwicklung des Automobils vom Luxusprodukt für wenige zum Massenprodukt für jedermann wurde erst durch die Errungenschaften des Ford-Produktionssystems ermöglicht. Neben dem Preis der Waren bestimmt das Produktionssystem auch, wie lange und unter welchen Bedingungen die Menschen arbeiten müssen. Es wird festgelegt, ob die Arbeit eher monoton und mit wenigen Unterbrechun-

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

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015

U. Dombrowski, T. Mielke (Hrsg.), *Ganzheitliche Produktionssysteme*,
DOI 10.1007/978-3-662-46164-8_1

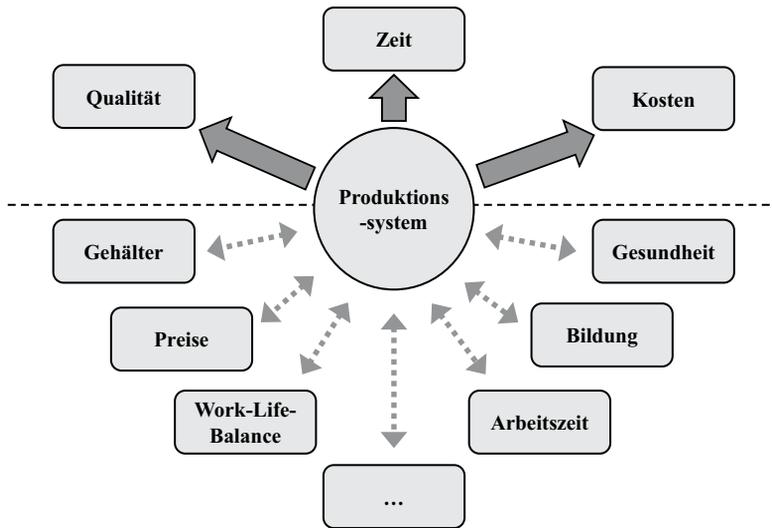


Abb. 1.1 Gesellschaftliche Bedeutung von Produktionssystemen

gen oder abwechslungsreich und mit kognitiven Herausforderungen verbunden ist. Ebenso wirkt sich das Produktionssystem über die Arbeitssicherheit und Ergonomie auf die Gesundheit der Menschen aus. Mit dem Wandel der Tätigkeiten in der Produktion verändern sich auch die geforderten Qualifikationen und somit die (Aus-)Bildungswege. Das Produktionssystem eines Unternehmens wird jedoch wiederum durch gesellschaftliche Veränderungen beeinflusst. Diese Wechselwirkungen zwischen Produktionssystem und Gesellschaft werden in Abb. 1.1 dargestellt. Einerseits muss sich das Produktionssystem ständig an die Anforderungen des Marktes anpassen. Andererseits wirken auch gesellschaftliche Veränderungen wie eine höhere Bedeutung der Work-Life-Balance oder der demografische Wandel auf ein Produktionssystem und zwingen es zu reagieren. Darüber hinaus haben zahlreiche weitere Entwicklungen wie Ressourceneffizienz oder Gesetze, Normen und Richtlinien einen Einfluss auf das Produktionssystem.

Für den Begriff der Produktion existieren in Literatur und Praxis zahlreiche Definitionen. Im Rahmen dieses Buchs wird das Begriffsverständnis des Instituts für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung (IFU) der Technischen Universität Braunschweig zugrunde gelegt. Hierbei werden der Produktion, aufbauend auf der Definition von REFA (1993), alle Bereiche und Prozesse eines Unternehmens zugeordnet, die mittelbar und unmittelbar an der Herstellung eines Produkts beteiligt sind. Diese sind laut IFU-Referenzmodell für den Fabrikbetrieb:

- Entwicklung und Konstruktion
- Arbeitsvorbereitung
- Fertigung
- Produktionsplanung
- Einkauf

Im IFU-Referenzmodell können die Bereiche der Produktion zwei grundsätzlichen Geschäftsprozessen zugeordnet werden:

- Produktentstehungsprozess (PEP)
- Auftragsabwicklungsprozess

In Abb. 1.2 wird das IFU-Referenzmodell für den Fabrikbetrieb dargestellt. Das Modell zeigt den Produktentstehungs- und den Auftragsabwicklungsprozess mit ihren Teilprozessen sowie die Zuordnung der Teilprozesse zur Produktion. Ergänzend hierzu existieren mehrere Querschnittsfunktionen wie Rechnungswesen und Controlling, Finanzierung und Controlling, Finanzierung und Investition, Managementsysteme und -methoden, Personalwirtschaft, Forschung sowie Logistik.

Im Gegensatz zu dieser umfassenden Definition der Produktion, beziehen sich Ganzheitliche Produktionssysteme häufig lediglich auf die Arbeitsvorbereitung, Fertigung und Produktionsplanung. Weiterführende Erklärungen zum Anwendungsbereich sind in Kap. 1.5 zu finden.

Ebenfalls ist zu beachten, dass der Begriff des Produktionssystems nicht, wie häufig angenommen, auf die technischen Fertigungsmittel beschränkt ist. Das Produktionssystem im Kontext Ganzheitlicher Produktionssysteme (GPS) umschreibt vielmehr das Zusammenspiel aus Technik, Organisation und Mensch in der Produktion.

Eine besonders wichtige Rolle bei der Weiterentwicklung von Produktionssystemen nahm in der Vergangenheit die Automobilindustrie ein (Drucker 1972; Womack et al. 1991; Oeltjenbruns 2000). Daher wird sie im Folgenden häufig exemplarisch genannt.

Ein anderes weit verbreitetes Konzept ist das wandlungsfähige Produktionssystem. Die Wandlungsfähigkeit bezieht sich dabei auf die Systemeigenschaft, auf Veränderungen

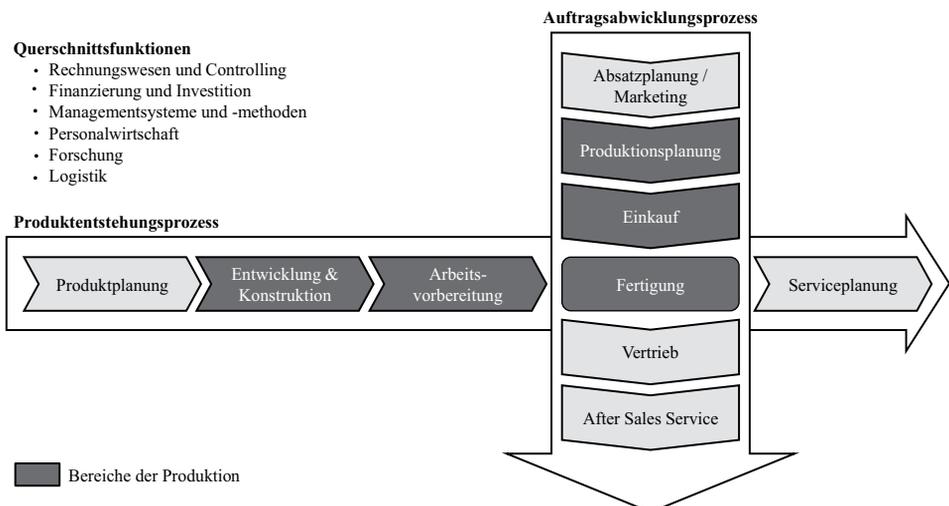


Abb. 1.2 IFU-Referenzmodell: Der Fabrikbetrieb

außerhalb eines definierten Flexibilitätskorridors schnell und ohne große Investitionen reagieren zu können. Detaillierte Informationen zur wandlungsfähigen Produktion sind in Nyhuis et al. (2008), Nyhuis (2010) sowie Westkämper und Zahn (2009) enthalten.

1.1 Aufbau des Buchs

Das Buch untergliedert sich in fünf Hauptkapitel, die im Folgenden kurz vorgestellt werden. Im **ersten Kapitel** wird die historische Entwicklung der Produktionssysteme ausgehend von der handwerklichen Produktion über die klassische industrielle Massenproduktion bis zu den Ganzheitlichen Produktionssystemen vorgestellt. Einen Überblick über diese Entwicklung gibt Abb. 1.3. Das Kapitel gibt dem Leser die erforderlichen Hintergrundinformationen zu Produktionssystemen, damit er die Besonderheiten von Ganzheitlichen Produktionssystemen besser einordnen kann. Insbesondere die Leistungen von Frederick W. Taylor (1856–1915) und Henry Ford (1863–1947) wirken sich noch sehr stark auf heutige Produktionssysteme aus und werden daher besonders hervorgehoben. Der wichtigste Wegbereiter für die Ganzheitlichen Produktionssysteme war das Toyota-Produktionssystem, dessen Stärken vor allem durch das Buch „Die zweite Revolution in

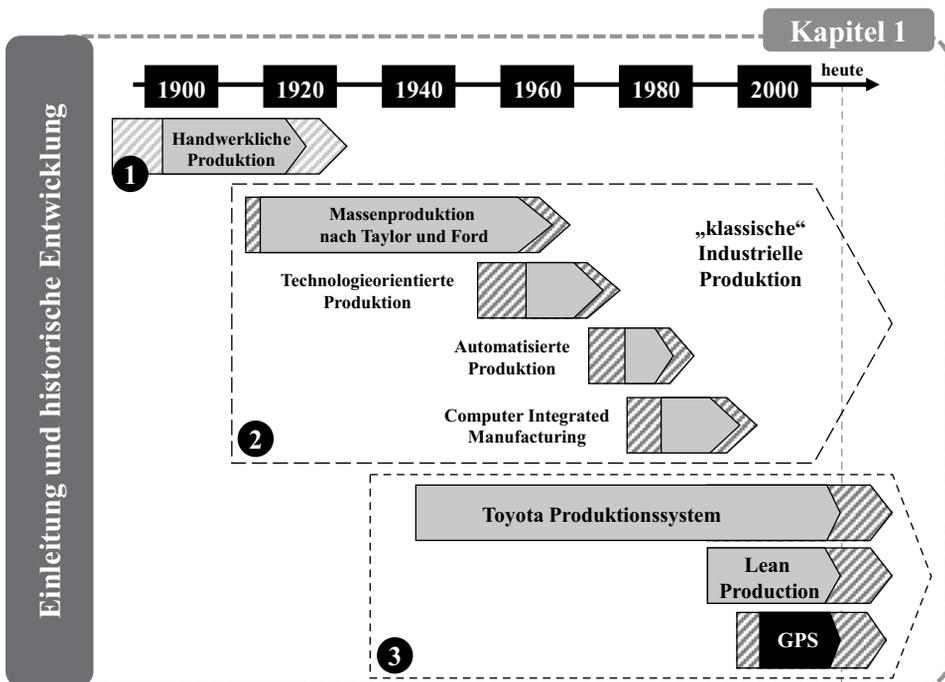


Abb. 1.3 Kap. 1 – Historische Entwicklung der Produktionssysteme

der Autoindustrie“ bekannt wurden. Nach der Beschreibung der wegbereitenden Vorläufer wird die Entwicklung von GPS vorgestellt.

Mit der VDI-Richtlinie 2870 existiert eine allgemeine, unternehmensübergreifende Beschreibung von GPS. Daher werden im **zweiten Kapitel** die allgemeine GPS-Struktur und die Gestaltungsprinzipien am Beispiel der VDI 2870 vorgestellt. Dieses Kapitel bildet einen Schwerpunkt des Buchs und geht weit über die Inhalte der VDI 2870 hinaus. In der VDI-Richtlinie selbst werden die acht Gestaltungsprinzipien eines GPS lediglich kurz dargestellt. Im Rahmen dieses Buchs werden sie sehr detailliert und anhand von praktischen Beispielen aus zahlreichen Unternehmen erklärt. Abbildung 1.4 zeigt die acht Gestaltungsprinzipien, die im zweiten Kapitel näher beschrieben werden.

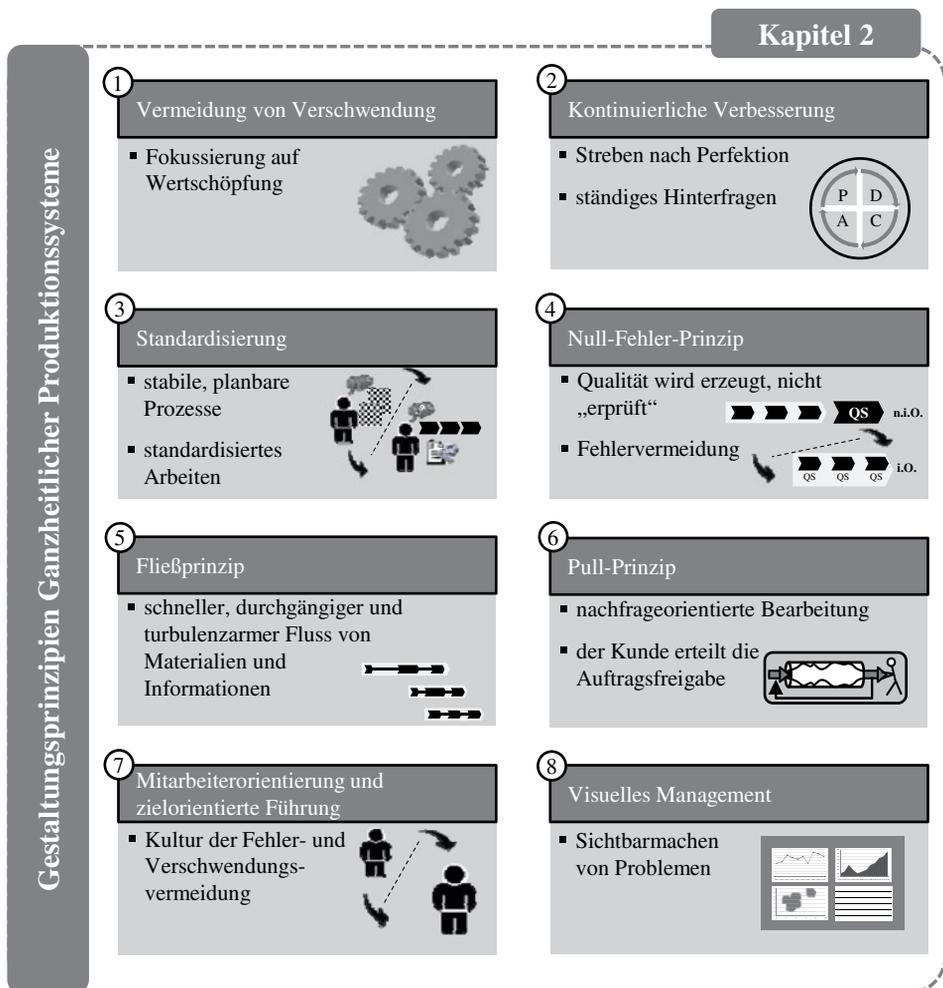


Abb. 1.4 Kap. 2 – Gestaltungsprinzipien Ganzheitlicher Produktionssysteme

Abb. 1.5 Kap. 3 – Einführung Ganzheitlicher Produktionssysteme

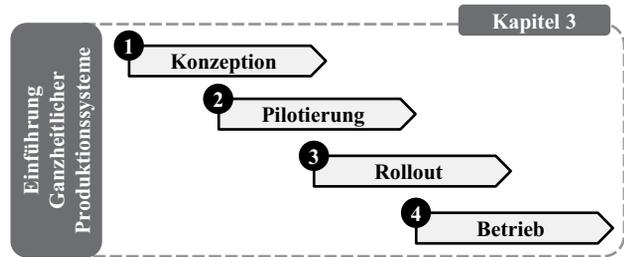
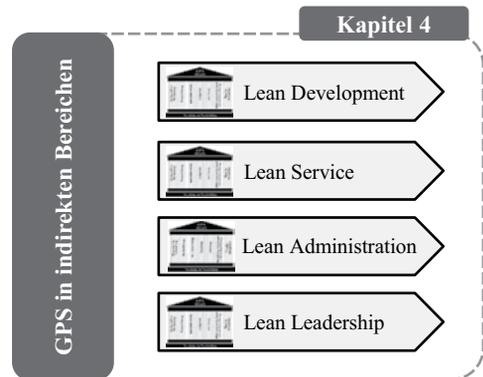


Abb. 1.6 Kap. 4 – GPS in indirekten Bereichen

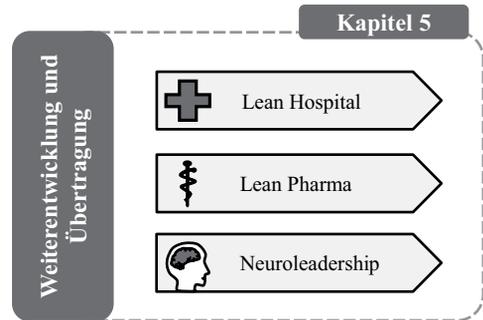


Im **dritten Kapitel** wird die Einführung von GPS im Unternehmen beschrieben. Zunächst werden typische Hindernisse bei der GPS-Einführung erläutert, bevor die vier Phasen der Einführung beschrieben werden. Die vier Phasen Konzeption, Pilotierung, Rollout und Betrieb wurden in Anlehnung an VDI 2870 gewählt (s. Abb. 1.5). Anschließend werden die verschiedenen Formen der Aufbauorganisation für die GPS-Einführung vorgestellt, bevor auf die Regelung des Einführungsprozesses eingegangen wird. Das Kapitel schließt mit einigen Hinweisen zum Change Management bei der GPS-Einführung.

Das **vierte Kapitel** (s. Abb. 1.6) zeigt die Anwendung von GPS in indirekten Bereichen. Es wird darauf eingegangen, wie die Bereiche Entwicklung, Service und Administration im Sinne eines Ganzheitlichen Produktionssystems gestaltet werden können. Anschließend wird das Lean Leadership beschrieben, welches dazu beiträgt, einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) zu etablieren und das GPS nachhaltig einzuführen. GPS in indirekten Bereichen ist ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg zum Lean Enterprise.

Im **fünften Kapitel** werden Weiterentwicklungen und Übertragungen vorgestellt (s. Abb. 1.7). Es werden zunächst die Themen Lean Hospital und Lean Pharma behandelt, die zeigen, wie die Vorteile von GPS auch in anderen Branchen genutzt werden können. Das Kapitel wird mit einem Beitrag zum Neuroleadership abgeschlossen, der interessante

Abb. 1.7 Kap. 5 – Weiterentwicklung und Übertragung



Einblicke in die Hirnforschung gewährt und Schlussfolgerungen für die Führung von Mitarbeitern zieht.

Das **sechste Kapitel** schließt das Buch mit einem Ausblick zum Thema Lean Enterprise ab. Das Lean Enterprise beschreibt die Integration der zahlreichen Ansätze zu einem Gesamtsystem, in dem alle Unternehmensprozesse auf den Kunden ausgerichtet sind und eine unternehmensübergreifende Gestaltung der Prozesse über die gesamte Supply Chain erfolgt. (s. Abb. 1.8).

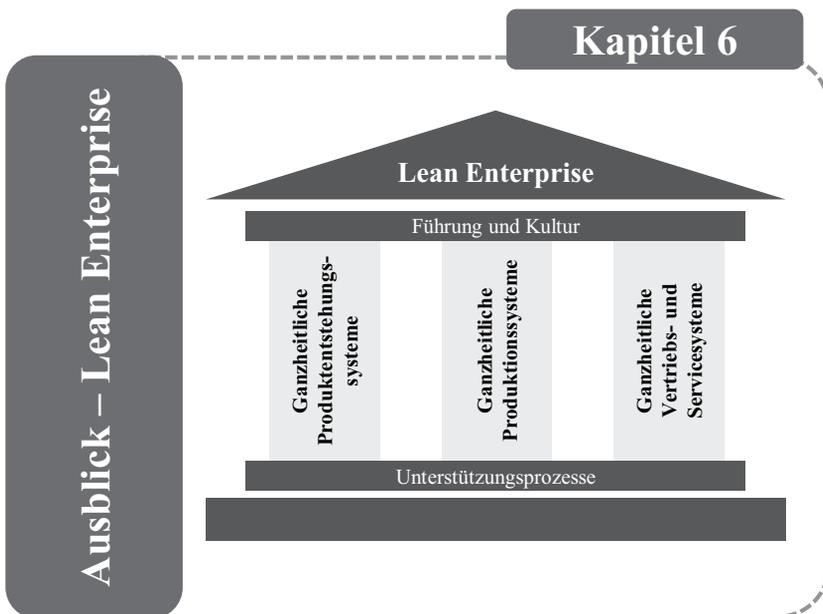


Abb. 1.8 Kap. 6 – Ausblick – Lean Enterprise

1.2 Handwerkliche Produktion

Ende des 19. Jahrhunderts war das Unternehmen Panhard et Levassor (P & L) noch der führende Automobilhersteller der Welt. Die Fahrzeuge wurden in sehr kleinen Stückzahlen in Handarbeit hergestellt. P & L produzierte damals einige hundert Fahrzeuge pro Jahr (Womack et al. 1991). Die Arbeitskräfte waren meist sehr gut ausgebildete Fachkräfte, die neben der Fertigung oft auch die Konstruktion der Bauteile beherrschten. Die Arbeiter waren häufig selbstständige Subunternehmer, die im Auftrag von P & L einzelne Komponenten herstellten (Womack et al. 1991).

Auch außerhalb der noch jungen Automobilbranche war die handwerkliche Produktion zunächst nicht in Fabriken organisiert. Die Produkte wurden oftmals in kleinen Werkstätten oder in Heimarbeit hergestellt und mittels eines sog. Verlagssystems in den Handel gebracht. Später entwickelte sich ein Manufaktursystem, das weniger dezentral als das Verlagssystem war (Kaufhold 2006). Vor allem mit der Entwicklung der Dampfmaschine wurde die Arbeit zentral in Fabriken organisiert, war jedoch noch stark handwerklich geprägt.

In der Automobilproduktion führte die handwerkliche Produktion dazu, dass für jedes Fahrzeug individuelle Kundenanforderungen umgesetzt werden konnten. Abgesehen von einigen Komponenten, wie bspw. dem bei P & L in Lizenz gebauten Daimlermotor, konnten die Einzelteile des Fahrzeugs für jeden Kunden umkonstruiert und individuell gefertigt werden. Dies war zwar einerseits ein Vorteil im Sinne der Kundenorientierung, andererseits konnten aufgrund der geringen Fertigungs- und Messgenauigkeit aber auch kaum zwei identische Werkstücke hergestellt werden. Außerdem gab es kein einheitliches Messsystem für alle Zulieferwerkstätten, sodass die Einzelteile vor dem Zusammenbau aneinander angepasst werden mussten.

Ein weiterer großer Nachteil der handwerklichen Produktion waren die konstanten Skaleneffekte. Die Herstellungskosten waren demnach weitestgehend unabhängig von der Stückzahl (Womack et al. 1991). Beim Automobilbau führten die hohen Kosten für ein Fahrzeug dazu, dass der Kauf eines Autos einem sehr kleinen Personenkreis vorbehalten blieb. Beispielsweise wurde das Benz Velo, ein günstigerer Kleinwagen, ab 2000 Mark angeboten. Größere Motorkutschen kosteten ca. 6000 Mark (Seiffert 2009). Dabei hatten bspw. lediglich 5% der preußischen Steuerzahler im Jahr 1895 ein Jahreseinkommen von 2100 Mark und mehr; weniger als 1% verdiente mehr als 6000 Mark im Jahr (Wehler 2006). Demnach waren Automobile ein absolutes Luxusgut. Erst mit der Massenproduktion von Automobilen im Ford-Produktionssystem gelang es, dies zu ändern.

1.3 Klassische Industrielle Produktion

Während die noch junge Automobilindustrie bis Anfang des 20. Jahrhunderts weitgehend nach den Prinzipien der handwerklichen Produktion arbeitete, entwickelten sich in anderen Branchen bereits Ansätze zur industriellen Produktion bzw. Massenproduktion.

Zahlreiche Entwicklungen wie die Dampfmaschine, Werkzeugmaschinen oder Elektrizität trugen zum Fortschritt der industriellen Produktion bei. In Zusammenhang mit der Neugestaltung der Produktionssysteme sind vor allem die Leistungen von Frederick W. Taylor und Henry Ford hervorzuheben.

1.3.1 Wissenschaftliche Betriebsführung nach Taylor

Frederick W. Taylor begründete zu Beginn des 20. Jahrhunderts die wissenschaftliche Betriebsführung (Taylor 1913), im Rahmen derer durch Analyse und Strukturierung der Tätigkeiten erhebliche Einsparungen erzielt werden konnten. Davon ausgehend, dass mit seinem Produktionssystem die größte Prosperität gleichermaßen bei Arbeitgeber wie Arbeitnehmer erreicht werden kann, verdeutlichte er anhand zahlreicher Beispiele, dass erhebliche Einsparungen für Unternehmen möglich sind, obwohl höhere Löhne bezahlt werden.

Eine wichtige Grundlage von Taylors Arbeit war die Überzeugung, dass es ausschließlich *eine* ideale Methode gibt, eine Arbeit zu verrichten. Diese lässt sich durch Prüfung aller verwendeten Methoden und durch ein systematisches Arbeitsstudium ermitteln. Aus heutiger Sicht mag diese Überzeugung nahe liegen. Damals war es jedoch üblich, dass Arbeiter aus unterschiedlichen Gewerbezweigen kamen und meist durch Beobachtung anderer Mitarbeiter lernten. Dies führte zu zahlreichen verschiedenen Ausführungsformen, wodurch wiederum zahlreiche verschiedene Werkzeuge benötigt wurden. Taylors Ziel war es, die vorherrschenden ungenauen Daumenregeln durch wissenschaftlich ermittelte Methoden zu ersetzen (Taylor 1913).

Anders als in der handwerklichen Produktion wurden dem Arbeiter nun von der Leitung die Methode und das Werkzeug zur Ausführung der Tätigkeit vorgegeben. Aus Taylors Sicht stellte dies eine Entlastung des Arbeiters dar. Außerdem sei diese Verteilung gerechter, da „der praktische Arbeiter aus Mangel an Bildung oder Begabung“ die Arbeitsgestaltung im Sinne einer wissenschaftlichen Betriebsführung nicht leisten könne (Taylor 1913).

Im „neuen System“ oblagen der Leitung neue Pflichten, die Taylor in vier Gruppen einteilte (Taylor 1913):

1. Daumenregeln müssen durch wissenschaftlich fundierte Methoden ersetzt werden.
2. Mitarbeiter werden systematisch für die jeweilige Tätigkeit ausgesucht und qualifiziert.
3. Es soll in „herzlichem Einvernehmen mit den Arbeitern“ gearbeitet werden. So könne sichergestellt werden, dass die Arbeit nach den wissenschaftlichen Methoden ausgeführt wird.
4. Die Verantwortung wird gleichmäßig auf Leitung und Arbeiter verteilt. Nach Taylors Argumentation nimmt die Leitung im Gegensatz zu früheren Produktionssystemen den Arbeitern die Verantwortung für die Arbeitsgestaltung ab und entlastet sie auf diese Weise.

Ein wichtiges Element dieses Produktionssystems war das sog. Pensum. Dem Arbeiter wurde eine detaillierte schriftliche Anleitung seiner Aufgabe gegeben, in der die Ausführung inklusive der zu verwendenden Werkzeuge und deren Handhabung beschrieben wurde. Für das definierte Arbeitspensum wurde ebenfalls die zur Ausführung vorgesehene Zeit vorgegeben. Wenn das Pensum in der vorgegebenen Qualität und Zeit verrichtet wurde, bekam der Arbeiter eine Prämie von 30–100% seines Grundlohns. Bei der Gestaltung der Pensen sollte darauf geachtet werden, dass nicht zu schnell gearbeitet und möglicherweise die Gesundheit geschädigt wird (Taylor 1913).

Bei der Bemessung der Arbeitsbelastung wurde jedoch nicht von einem durchschnittlichen Arbeiter ausgegangen. Grundannahme war, dass nicht jeder für jede Tätigkeit geeignet ist (Taylor 1913). Die Pensen wurden so bemessen, dass sie von sorgfältig ausgewählten und systematisch angelernten Arbeitern ausgeführt werden konnten.

Die Ansätze Taylors umfassten fast die gesamte Betriebsführung und gingen weit über die Trennung von Hand- und Kopfarbeit hinaus. Die Beschränkung darauf wird fälschlicherweise mit dem Taylorismus gleichgesetzt. Taylor verlangte bspw., dass Arbeiter dazu ermuntert werden sollten, Verbesserungen an den vorgegebenen Abläufen vorzuschlagen. Die Leitung musste jeden Vorschlag sorgfältig prüfen und die Einsparungen ermitteln. Die verbesserte Methode sollte zur Norm für die gesamte Fabrik werden und der Arbeiter für seine Idee eine Belohnung in bar erhalten (Taylor 1913). Dieses Vorgehen kommt dem heute weit verbreiteten Vorschlagswesen sehr nahe und zeigt, dass die Abgrenzung zwischen den Produktionssystemen nicht derart trennscharf ist, wie häufig behauptet wird.

Viele von Taylors Erkenntnissen haben bis heute Bestand und sein Buch „Scientific Management“ zählt zu den bedeutendsten Managementbüchern überhaupt (Giannantonio und Hurley-Hansen 2011). Zwar gilt die klassische industrielle Produktion nicht mehr als Stand der Technik, einige Grundsätze, wie die wissenschaftliche Analyse und die standardisierte Ausführung von Tätigkeiten in der bestmöglichen Art und Weise, werden jedoch weiter verfolgt. Das Menschenbild des Taylorismus ist allerdings überholt. Aussagen, dass die Mitarbeiter „sich um die Arbeit (..) drücken“ und „absichtlich so langsam (..) arbeiten“ (Taylor 1913) passen nicht zum Menschenbild moderner Produktionssysteme. Dennoch bildet ein großer Teil der Erkenntnisse Taylors eine wichtige Grundlage für die heutigen Ganzheitlichen Produktionssysteme (Spath 2003).

1.3.2 Ford-Produktionssystem

Ein weiterer Pionier der industriellen Produktion ist Henry Ford, dem Anfang des 20. Jahrhunderts die Massenproduktion von Automobilen gelang. Eine wichtige Voraussetzung für die späteren Erfolge in der Produktion war die Entwicklung des Ford Model T, welches als erstes Automobil in Massenproduktion hergestellt wurde. Die produktionsgerechte Konstruktion des Model T ermöglichte eine einfache Montage der Bauteile und vor allem eine Austauschbarkeit der einzelnen Komponenten. Durch die Fortschritte in der Messtechnik und in der Bearbeitung von gehärtetem Stahl mussten die einzelnen Bauteile

nicht mehr vor der Montage aneinander anpasst werden. Erst nach diesen Fortschritten konnten die Bauteile an einem Fließband bereitgestellt und an ein beliebiges Fahrzeug auf dem Band montiert werden (Womack et al. 1991).

Das Model T wurde zunächst konventionell in Montageständen montiert. Jedes Fahrzeug wurde komplett in einem Montagestand fertiggestellt, während die Arbeiter von Stand zu Stand gingen und ihre jeweilige Montageaufgabe verrichteten. Auch das Material musste ständig durch die Fabrik bewegt werden, da jedes Teil zu jedem Fahrzeug und demnach zu jedem Montagestand gebracht werden musste. Bereits zu Beginn der Model T Produktion begannen erste Experimente mit bewegten Montagelinien, bei denen ein Fahrzeug mit einem Seil auf Kufen durch die Fabrik gezogen wurde. Das durchgängige Fließband wurde erst Jahre später eingeführt. Die Platzverhältnisse in der damaligen Fabrik in der Piquette Avenue hätten ein solches Fließband wahrscheinlich auch gar nicht zugelassen. In der kleinen Fabrik wurden im Jahr 1909/1910 ca. 19.000 Model T gebaut. Erst der Umzug nach Highland Park im Jahr 1910 ermöglichte die Massenproduktion (s. Tab. 1.1) und später das Fließband (1913/1914).

Anders als in der handwerklichen Produktion waren in der Massenproduktion kaum noch hochqualifizierte Fachkräfte gefragt. Die Ausführungszeiten der Arbeitsumfänge sanken von teilweise mehreren Tagen auf Minuten oder gar Sekunden. Ein ungelernter Arbeiter konnte bspw. nach fünf Minuten Anlernzeit eine Maschine bestücken und entladen (Womack et al. 1991). So konnte der große Bedarf an Arbeitskräften vor allem durch ungelernete Arbeiter gedeckt werden, die in kürzester Zeit angelehrt wurden.

Wie in Tab. 1.1 zu erkennen ist, wurde auch vor der Einführung des Fließbands der Preis für ein Model T kontinuierlich gesenkt. Dies war durch starke Stückzahlerhöhungen und große Produktivitätssteigerungen möglich. Selbst in den konventionellen Montageständen konnten erhebliche Verbesserungen erzielt werden. Mit der Einführung des Fließbands wurde jedoch ein besonders großer Produktivitätssprung erzielt. Tabelle 1.2 zeigt einige Beispiele für Montagezeiten vor und nach der Einführung des Fließbands.

Mit der Einführung des Fließbands konnten Mitarbeiter, Material und Betriebsmittel an einem optimalen Standort aufgestellt werden und die Fahrzeuge bewegten sich zu ihnen. Neben der Verringerung von Materialtransport und Bewegung der Mitarbeiter konnte in der Produktion nun synchron gearbeitet werden. Vorher kam es immer wieder zu Ge-

Tab. 1.1 Stückzahl- und Preisentwicklung des Model T 1909–1916 (Ford 2008)

| Geschäftsjahr | Preis/US\$ | Stückzahl |
|---------------|------------|-----------|
| 1909/1910 | 950 | 18.664 |
| 1910/1911 | 780 | 34.528 |
| 1911/1912 | 690 | 78.440 |
| 1912/1913 | 600 | 168.220 |
| 1913/1914 | 550 | 248.317 |
| 1914/1915 | 490 | 308.213 |
| 1915/1916 | 360 | 785.432 |

Tab. 1.2 Montagezeiten des Ford Model T vor und nach Einführung des Fließbands (Womack et al. 1991)

| Montiertes Bauteil | Montagezeit in min | | Einsparung in % |
|--------------------|--------------------|----------------|-----------------|
| | Herbst (1913) | Fühling (1914) | |
| Motor | 594 | 226 | 62 |
| Magnetzündler | 20 | 5 | 75 |
| Achse | 150 | 26,5 | 82 |
| Endmontage | 750 | 93 | 88 |

dränge zwischen den Montageständen und schnelle Teams überholten langsamere. Durch das Fließband ließ sich das Arbeitstempo für alle Mitarbeiter vorgeben. Mit diesen Erregenschaften konnte die Taktzeit von 2,3 auf 1,2 min weiter reduziert werden (Womack et al. 1991). Die in Tab. 1.2 gezeigten dramatischen Einsparungen ließen trotz steigenden Löhnen weitere Preissenkungen beim Model T zu. Ford schaffte das alte Prinzip des „üblichen Lohns“ ab und verdoppelte den Tageslohn auf fünf Dollar. Er begründete den Schritt damit, dass selten das „billigste Rohmaterial gleichzeitig die besten Waren liefert“ und demnach eine „Verbilligung der Arbeitskraft“ nicht erstrebenswert sein könne. Sein Entlohnungsmodell bezeichnete Ford auch als „eine Art von Wohlstandseteiligungsplan“ (Ford 2008). Das Wall Street Journal nannte es jedoch ein „ökonomisches Verbrechen“ (Jost 2008).

Allerdings wird diese drastische Maßnahme der Lohnverdopplung kaum aus rein sozialen Gründen durchgeführt worden sein. Die Einführung des Fließbands hatte gemeinsam mit den anderen Maßnahmen der Massenproduktion sehr monotone Arbeitsbedingungen zur Folge. Bereits vor der Einführung des Fließbands wurde der Takt eines Arbeiters von 514 auf 2,3 min reduziert und dann durch das Fließband noch einmal halbiert. Ähnlich wie in der wissenschaftlichen Betriebsführung nach Taylor wurde die Arbeit klar strukturiert vorgegeben. Sogenannte Industrial Engineers gestalteten und überwachten die Arbeit, sodass es zu der sprichwörtlichen Trennung von Hand- und Kopfarbeit kam (Womack et al. 1991). Die Mitarbeitermotivation in Fords Fabriken sank kontinuierlich und die Fluktuation stieg auf 380 %. Ford musste demnach ca. 53.000 Mitarbeiter pro Jahr einstellen, um den Stand von 14.000 Mitarbeitern zu halten (Bönig 1993).

Mit dem 5-Dollar-Programm konnte dieser Entwicklung entgegengewirkt werden (Jost 2008). Eine Flut von Bewerbern meldete sich bei Ford und die Fluktuation sank erheblich. Um diesen Erfolg zu erzielen, hatte Ford sein Programm an einige Bedingungen geknüpft. So mussten die Mitarbeiter beispielsweise mindestens ein halbes Jahr bei Ford angestellt sein. Außerdem mussten bei der eigenen Haushaltsführung sowie der Körperpflege und Moral der Mitarbeiter bestimmte Vorgaben eingehalten werden (Ford 2008). Derartige Eingriffe in das Privatleben der Mitarbeiter wären heute nicht mehr denkbar.

Ein Automobil war nun auch für einfache Arbeiter erschwinglich geworden. Im Jahr 1915 kostete ein Modell T lediglich \$ 360, also 72 Tageslöhne. Auch wenn berücksichtigt wird, dass in anderen Fabriken nur ca. halb so hohe Löhne gezahlt wurden, war das Automobil kein Luxusprodukt mehr, das sich nur ein geringer Anteil der Bevölkerung leisten konnte.

Der große Erfolg des Ford-Produktionssystem führte dazu, dass immer mehr Teile selbst produziert wurden. Anfangs fertigte Ford kaum selbst und beschränkte sich auf die Montage. Später verfolgte er die vertikale Integration, bei der möglichst viel Wertschöpfung im Unternehmen verrichtet werden sollte. Der Gipfel der vertikalen Integration wurde mit der River Rouge Fabrik erreicht. Das Werk umfasste alle Prozesse von der Rohstoffherzeugung bis zum fertigen Model T (Bönig 1993). Die River Rouge verfügte über eine eigene Eisenbahnanbindung und ein Schiffsdock, von wo aus die Rohstoffe in das Stahlwerk oder die Reifenproduktion transportiert wurden. Selbst das Glas für die Scheiben wurde im Werk hergestellt. So konnte einerseits ein idealer Fluss über alle Wertschöpfungsstufen erreicht werden, andererseits war Ford unabhängig von anderen Produzenten. Darüber hinaus wurden alle Produkte nach den Prinzipien des Ford-Produktionssystems hergestellt, wodurch große Einsparungen erzielt werden konnten.

Die vertikale Integration endete jedoch nicht an den Werksgrenzen. Ford betrieb sogar eigene Bergwerke, um unabhängig vom Angebot an Eisenerz zu werden (Ford 2003).

Die Fortschritte durch Taylor und Ford verbreiteten sich vor allem in den USA und Europa sehr schnell und wurden auf andere Industriezweige übertragen und weiterentwickelt. Die Grenzen zwischen Fordismus und Taylorismus verschwammen zunehmend, sodass heute oft nur zusammenfassend von Massenproduktion oder tayloristischer Arbeit gesprochen wird. Ergänzt wurde die Massenproduktion durch technologieorientierte Konzepte wie numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen (Computerized Numerical Control – CNC). Später kamen Ansätze wie die Rationalisierung durch Automatisierung oder das Computer Integrated Manufacturing (CIM) hinzu (Dombrowski et al. 2006).

Als sogenannte zweite Revolution in der Automobilindustrie wird jedoch erst die Einführung der Lean Production bezeichnet, die im Folgenden beschrieben wird.

1.4 Lean Production

1.4.1 Die zweite Revolution in der Autoindustrie

Die Zentren der Massenproduktion lagen vor allem in den USA und Europa, wo große Märkte große Stückzahlen forderten. In Japan herrschten jedoch andere Rahmenbedingungen vor, weswegen dort die Ansätze von Ford und Taylor nicht ohne Weiteres angewendet werden konnten und daher weiterentwickelt werden mussten. Vor allem in der Nachkriegszeit gab es in Japan kaum eine Nachfrage nach Fahrzeugen. Der geringe Bedarf teilte sich auf zahlreiche Varianten auf, sodass eine Massenproduktion analog zum Ford Model T kaum umsetzbar war. In Japan konnten aufgrund der geringen Stückzahlen keine hohen Bestände aufgebaut werden und es war nicht möglich, mit hochgradig spezialisierten Maschinen große Stückzahlen mit hoher Produktivität herzustellen. Stattdessen musste die Automobilproduktion in Japan von Anfang an sehr flexibel mit geringen Beständen und kleinen Losgrößen arbeiten. Diese vermeintlichen Nachteile wurden im Laufe der Zeit jedoch immer mehr zu Vorteilen. Die japanischen Unternehmen konnten

| Massenproduktion nach Taylor und Ford | | |
|--|-------------|--|
| USA | | Japan |
| Hohe Marktnachfrage, neue Modelle, große Stückzahlen, modellspezifische Fertigungseinrichtungen, hohe Losgrößenfertigung und Lagerhaltung | 1940 | Geringe Marktnachfrage, großes Variantenspektrum, geringes Kapital, flexible Fertigungseinrichtungen, Sicherstellung der Materialbereitstellung bei geringen Beständen |
| Starker Gewerkschaftseinfluss, Arbeitsspezialisierung durch Bildung von Aufgabenklassifizierung, wenig Kooperation, „Hire & Fire“-Mentalität | 1950 | Rezession führt Arbeitgeber und Arbeitnehmervertretungen zusammen, Arbeitsplatzsicherheit, Arbeitnehmer-Gewinnbeteiligung und Eigeninitiative zur Produktivitätssteigerung |
| Unflexible, einseitig trainierte Arbeitnehmer, unzureichende Qualität, hohe Verbräuche, sinkende Marktanteile, Werksschließungen | 1970 - 1985 | Flexible, vielseitig qualifizierte Arbeitnehmer, hohe Qualität, wirtschaftliche Fahrzeuge, steigende Marktanteile, Transplants |

Abb. 1.9 Entwicklung der Automobilindustrie in den USA und Japan in Anlehnung an (Oeltjenbruns 2000; Ohno 2009; Womack et al. 1991)

besser auf den Markt reagieren und sehr hohe Qualität bei geringen Kosten realisieren. Die unterschiedlichen Entwicklungen der Automobilproduktion in Japan und den USA werden in Abb. 1.9 gegenübergestellt.

Trotz der sehr verschiedenen Rahmenbedingungen besuchten Mitarbeiter von Toyota mehrfach die Fabriken von Ford, um für die eigene Produktion zu lernen. In der Folge wurde das Toyota-Produktionssystem (TPS) entwickelt, das als Ursprung der Lean Production gesehen werden kann. Obwohl die Weiterentwicklung vom Ford- zum Toyota-Produktionssystem als Revolution bezeichnet wird, haben viele Errungenschaften von Ford und Taylor weiter Bestand. Auch Taiichi Ohno, einer der Erfinder des TPS, erkannte an, dass Henry Ford „zweifello[s] [...] das erste Autoproduktionssystem geschaffen“ hat. Zwar habe jedes Unternehmen ein eigenes Produktionssystem, die Grundlage sei jedoch stets die Massenproduktion nach dem Beispiel von Ford (Ohno 2009).

Der Begriff Lean Production wurde als Gegensatz zur Buffered Production von John Krafcik im Rahmen des International Motor Vehicle Program (IMVP) geprägt (Krafcik 1988). Das IMVP wurde federführend am Massachusetts Institute of Technology durchgeführt und hatte zum Ziel, die Unterschiede in der Automobilproduktion zwischen den USA, Europa und Japan aufzudecken (Womack et al. 1991). Die Ergebnisse der IMVP-Studie waren alarmierend. Die japanische Autoindustrie deklassierte die westlichen Unternehmen in nahezu jeder Hinsicht. Während bspw. japanische Werke durchschnittlich 17 Montagestunden je Fahrzeug benötigten, waren es in europäischen Werken fast 36 h. Trotzdem traten in den japanischen Werken weniger Montagefehler auf. Die sehr guten Werte bei Produktivität und Qualität erreichten die Japaner, obwohl sie erheblich gerin-

Tab. 1.3 Vergleich der Werke GM Framingham, Toyota Takaoka und NUMMI Fremont 1987 (Womack et al. 1991)

| | GM Framingham | Toyota Takaoka | NUMMI Fremont |
|---|---------------|----------------|---------------|
| Montagestunden je Auto | 31 | 16 | 19 |
| Montagefehler je 100 Autos | 135 | 45 | 45 |
| Montagefläche je Auto (m ²) | 0,75 | 0,45 | 0,65 |
| Teilelagerbestand (Durchschnitt) | 2 Wochen | 2 Stunden | 2 Tage |

gere Teilebestände hatten. Infolgedessen benötigten die japanischen Werke viel weniger Fläche (Womack et al. 1991). Aufgrund dieser Unterschiede wurden die Begriffe lean und buffered gewählt. Die klassische industrielle Produktion der westlichen Unternehmen pufferte sich gegen alle Eventualitäten ab. Sie hielten hohe Bestände gegen Störungen, Nacharbeitsflächen bei schlechter Qualität und viele Mitarbeiter für den Fall von Fehlzeiten oder Urlaub vor. Im Gegensatz dazu hatten die japanischen Werke geringe Bestände, um wenig Kapital zu binden und Fehler schnell zu entdecken. Entdeckte Fehler wurden direkt vor Ort behoben, sodass keine separaten Flächen benötigt wurden (Krafcik 1988).

Die Überlegenheit der japanischen Automobilhersteller kann entgegen allgemeiner Erwartungen nicht allein mit der japanischen Landeskultur erklärt werden. Denn die sogenannten Transplants der Japaner, die sie zunehmend auf der ganzen Welt errichteten, erzielten ähnliche Ergebnisse wie die heimischen Werke. Tabelle 1.3 zeigt anschaulich die Unterschiede zwischen den drei Werken General Motors (GM) Framingham (USA), Toyota Takaoka (Japan) und NUMMI Fremont (USA). NUMMI (New United Motor Manufacturing Inc.) war ein Joint-Venture zwischen Toyota und GM. Das ursprünglich zu GM gehörende Werk musste im Jahr 1982 aufgrund zu geringer Produktnachfrage schließen. 1984 eröffnete das Joint-Venture mit nahezu gleicher Belegschaft, jedoch unter japanischem Management neu und produzierte fortan für GM und Toyota. NUMMI erzielte bei den Montagestunden und -fehlern ähnliche Ergebnisse wie Toyota Takaoka. Die Montagefläche war aufgrund des ungünstigen Layouts etwas höher. Der Bestand lag erheblich unter den Werten westlicher Automobilhersteller, war jedoch etwas höher als sonst bei Toyota. Dies lässt sich durch die größere Entfernung zu den Zulieferern erklären, die bei Toyota sonst sehr dicht am Werk angesiedelt sind (Womack et al. 1991).

Toyota spielt eine besondere Rolle bei der Entwicklung der Lean Production. Zum einen weil das Unternehmen in den Vergleichen besonders gut abschneidet und zum anderen, weil wesentliche Grundlagen der Lean Production auf das Toyota-Produktionssystem zurückgehen, das im Folgenden näher vorgestellt wird.

1.4.2 Toyota-Produktionssystem

Das Toyota-Produktionssystem (TPS) wurde nicht systematisch zu einem bestimmten Zeitpunkt eingeführt, wie es bei heutigen GPS üblich ist. Über viele Jahrzehnte haben sich Produktionsprinzipien bewährt, die sich stetig zu einem Gesamtsystem entwickelt haben.

Die Wurzeln des TPS gehen auf eine Zeit vor der Automobilproduktion Toyotas zurück. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts produzierte die Familie Toyoda noch Webstühle. Eine besondere Eigenschaft dieser Webstühle war, dass sie automatisch erkannten, wenn ein Kett- oder Schussfaden riss und den Webvorgang daraufhin stoppten. Ein Fehler wurde also direkt nach dem Entstehen entdeckt und behoben, bevor er sich in der nachfolgenden Produktion fortsetzen konnte. Diese Eigenschaft wurde später zum Jidoka-Prinzip des TPS. Die ausgeklügelten Webstühle waren so erfolgreich, dass die Familie Toyoda mit dem Verkauf eines Patents im Jahr 1930 genug Startkapital erlangte, um eine eigene Automobilentwicklung zu beginnen (Liker 2008). Im Jahr 1937 wurde die Toyota Motor Corporation als Automobilhersteller gegründet (Becker 2006). Der Name Toyoda bedeutet im japanischen so viel wie „üppiges Reisfeld“ (Becker 2006). Das neue Automobilunternehmen wurde dagegen Toyota genannt, was dem Familiennamen zwar sehr ähnlich ist, aber keine Bedeutung hat.

Nach dem zweiten Weltkrieg herrschten in Japan sehr schwierige wirtschaftliche Bedingungen, die eine Massenproduktion von Automobilen nach dem Ford-Produktionssystem unmöglich machten (s. Abb. 1.9). Vor allem Kiichiro Toyoda, sein Produktionsleiter Taiichi Ohno und später Eiji Toyoda machten aus der Not eine Tugend und entwickelten das Toyota-Produktionssystem, das auf diese Bedingungen reagierte. Sie unternahmen mehrere Reisen, um von der Automobilproduktion bei Ford und GM zu lernen und versuchten unablässig, eine ebenso hohe Produktivität unter den japanischen Rahmenbedingungen zu erreichen. Kiichiro Toyoda hatte nach dem Krieg das Ziel vorgegeben, innerhalb von drei Jahren Amerika einzuholen. Damals wurde davon ausgegangen, dass ein deutscher Arbeiter dreimal so produktiv sei wie ein japanischer und ein amerikanischer wiederum dreimal so produktiv wie ein deutscher Arbeiter. Toyota hatte also vor, die Produktivität innerhalb von drei Jahren um das Neunfache zu steigern (Ohno 2009). Heutzutage versuchen Unternehmen auf der ganzen Welt, die Produktivität des Toyota-Produktionssystems zu erreichen.

Im Folgenden wird die Entstehung des TPS nach den Beschreibungen von Taiichi Ohno vorgestellt. Viele Elemente des TPS haben Einzug in heutige Ganzheitliche Produktionssysteme erhalten und werden in Kap. 2 ausführlich vorgestellt.

Dem TPS liegt der Ansatz zugrunde, dass die Zeit zwischen Kundenauftrag und Auslieferung bzw. Zahlungseingang möglichst kurz und damit frei von Verschwendung sein soll. Verschwendung ist alles, wofür der Kunde nicht bereit ist zu zahlen und kann in die folgenden sieben Arten eingeteilt werden (s. Kap. 2.2):

1. Überproduktion
2. Wartezeiten
3. Transport
4. Verschwendung bei der Bearbeitung selbst
5. Lager/Bestände
6. Überflüssige Bewegungen
7. Defekte Produkte