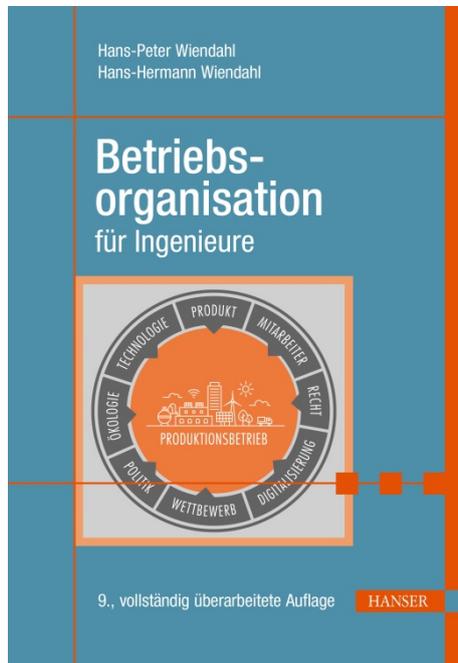


# HANSER



## Leseprobe

zu

## „Betriebsorganisation für Ingenieure“

von Hans-Peter Wiendahl und Hans-Hermann Wiendahl

Print-ISBN: 978-3-446-44661-8  
E-Book-ISBN: 978-3-446-46061-4

Weitere Informationen und Bestellungen unter  
<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-44661-8>

sowie im Buchhandel

© Carl Hanser Verlag, München

## Vorwort zur 9. Auflage

Seit der letzten Auflage 2014 verbreitet sich die Digitalisierung unaufhaltsam in allen Privat- und Geschäftsbereichen und hält insbesondere unter dem Stichwort „Industrie 4.0“ Einzug in die produzierende Wirtschaft. Und schon kündigt sich die Verbreitung der nächsten Innovation in Form der Künstlichen Intelligenz KI an. Zusätzlich sind in einem turbulenten Umfeld die Herausforderungen durch neue Wettbewerber mit disruptiven Geschäftsmodellen, chinesische Anbieter mit anspruchsvollen Produkten und Dienstleistungen, der demografische Wandel sowie die Verkehrs-, Klima- und Energiewende zu meistern. Hinzu treten eine wachsende Komplexität durch eine ungebremschte Variantenvielfalt der Produkte, die stärkere Vernetzung in einer globalen Marktwirtschaft und sowie neue Bedrohungen in Form von Angriffen aus dem Internet.

Neben der mittlerweile etablierten Philosophie der schlanken Produktion, kombiniert mit modularen Produkten und Produktionsmitteln, transparenten Abläufen sowie sauberen und hellen Fabriken, gelten Innovations- und Wandlungsfähigkeit sowie motivierte Mitarbeiter als zunehmend wichtige Schlüsselfaktoren im heutigen Wettbewerbsumfeld.

Das Buch kann und will auf diese Entwicklungen und die Lösungsansätze dazu aber nicht eingehen. Behandelt wird vielmehr der Produktdurchlauf von der Entstehung und Herstellung bis zur Prüfung und Auslieferung. Aus Sicht des Produktionsmanagers eines mittleren Industrieunternehmens, das Investitions- und hochwertige variantenreiche Konsumgüter in kleinen bis mittleren Serien in einem globalen Markt anbietet, beschreibt es die Grundfunktionen eines Stückgüterherstellers. Die eingangs erwähnten Entwicklungen werden – soweit erforderlich – in den jeweiligen Kapiteln kurz angesprochen und auf weiterführende Literatur verwiesen

Für diese Auflage konnte ich die Mitarbeit meines Sohnes Hans-Hermann als Koautor gewinnen, der aufgrund seiner langjährigen Industrietätigkeit sowie Beratung, Lehre und Forschung am Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), Stuttgart wertvolle Vorschläge eingebracht hat. Alle Kapitel wurden vor dem Hintergrund der aktuellen Entwicklungen vollständig überarbeitet. Darüber hinaus haben wir den Text durch eine stärkere Untergliederung mit dem Ziel der schnellen Les- und Merkbarkeit verbessert.

Für die Durchsicht des Manuskriptes danken die Autoren herzlich Herrn Dr.-Ing. Uwe Winkelhake von der IBM Deutschland, der durch seine profunde Kenntnis der Digitalisierung wichtige Hinweise geben konnte. Meinem Kollegen Prof. Dr.-Ing. Robert Schmitt vom WZL der RWTH Aachen danken wir ganz besonders für die sorgfältige Durchsicht und

wertvollen Anregungen zum Kapitel 8 Qualitätsmanagement. Frau Ute Eckardt vom Hanser-Verlag hat auch diese Auflage wieder in professioneller Weise betreut, unterstützt von Frau Katrin Wulst, die uns durch die Feinheiten der Manuskriptformatierung geführt hat. Die Autoren bedauern es außerordentlich, dass der Hanser-Verlag den Standort Leipzig schließt und wir damit auch die bisherige Betreuung durch die Damen Eckardt und Wulst verlieren. Es war immer eine überaus angenehme Zusammenarbeit, die wir in guter Erinnerung behalten werden, vielen Dank! Für die abschließende Betreuung möchten wir Herrn Volker Herzberg danken.

Die anhaltende Nachfrage des Buches ist den Autoren Ansporn und Verpflichtung zur stetigen Aktualisierung und Verbesserung. Über Kritik und Hinweise an unsere E-Mail-Adresse freuen wir uns.

Stuttgart, im März 2019

*Hans-Peter Wiendahl und Hans-Hermann Wiendahl*

# Vorwort zur 1. Auflage

In der industriellen Produktion der Bundesrepublik Deutschland haben sich tiefgreifende Umwälzungen vollzogen, die angesichts des international verschärften Wettbewerbs durch junge Industrienationen beschleunigt verlaufen. Kürzere Produktlebensdauer, hohe Lohnkosten, neue Produkte und Verfahren sowie sozialer und wirtschaftlicher Wandel zwingen alle Produktionsunternehmen zu laufenden Anpassungen und Verbesserungen des gesamten Unternehmensgeschehens. Für den Produktionsingenieur ist die Kenntnis der immer vielfältigeren Produktionstechnik allein nicht mehr ausreichend. Vielmehr gewinnen die organisatorischen, wirtschaftlichen, Führungsmäßigen und rechtlichen Aspekte seiner Tätigkeit zunehmend Bedeutung.

Das vorliegende Buch hat sich zum Ziel gesetzt, die grundlegenden organisatorischen Zusammenhänge des Betriebsgeschehens eines modernen Produktionsunternehmens des Maschinenbaus, der Fahrzeugtechnik und der Elektrotechnik auf der Basis eines praxisnahen, systemtechnischen Modells zu vermitteln. Leitgedanke ist dabei der Durchlauf der Produkte durch den Betrieb von der Produktplanung und -gestaltung über die Arbeitsplanung sowie Produktionssteuerung und Materialwirtschaft bis hin zur Qualitätssicherung. Einen zweiten Schwerpunkt bilden die Führungs- und Planungsprobleme, die die Einbindung der Produktion in das Unternehmen aus der Sicht des Managements verdeutlichen sollen. Den Abschluss bildet eine kurze Übersicht über die Arbeitsstättenverordnung und Mitbestimmung, die in der täglichen Arbeit von großer Bedeutung sind.

Die Ausführungen vermitteln den heute überwiegend praktizierten Stand der Technik. Bereits erkennbare Entwicklungen, wie z.B. das rechnerunterstützte Konstruieren (CAD) und Planen (CAP) oder neue Ansätze der Fertigungssteuerung (statistisch orientierte Auftragssteuerung) werden nur in ihren Grundzügen erläutert und die jeweils neueste Literatur zum Weiterstudium empfohlen. Die für den Ingenieur ebenso wesentlichen Fragen der industriellen Kostenrechnung und Wirtschaftlichkeitsrechnung werden in den von Warnecke/Bullinger/Hichert im selben Verlag erschienenen Büchern behandelt.

Die vorliegenden Ausführungen sind zum einen für Studierende der Fachrichtung Maschinenbau mit dem Schwerpunkt Produktionstechnik gedacht, zum anderen sollen solche Betriebspraktiker angesprochen werden, die eine konzentrierte, anwendungsorientierte Übersicht über den heutigen Stand der modernen Betriebsorganisation suchen.

Das Buch basiert auf meiner Vorlesung „Fabrikbetrieb“ an der Universität Hannover und wurde durch zahlreiche praktische Beispiele aus meiner Industrietätigkeit sowie aus Forschungsprojekten ergänzt.

Für die vielfältige Unterstützung, die ich bei der Erstellung des Buches erhielt, möchte ich herzlich danken. So den Herren Dipl.-Ing. W. Buchmann, Dipl.-Ing. B. Erdlenbruch, W. Lorenz und Dipl.-Ing. F. Nyhuis, die am Aufbau meiner Vorlesung mitgewirkt haben.

Danken möchte ich auch Herrn Honorarprofessor Dr.-Ing. Walter Geiger, Lehrbeauftragter für das Fach Qualitätslehre an der Universität Hannover, für die sorgfältige Durchsicht des Abschnitts Qualitätssicherung und die daraus resultierenden wertvollen Anregungen.

Frau M. Bernath und Fräulein M. Bruns und ihren Helfern danke ich für die Reinzeichnungen der vielen Bilder. Frau H. Meyer und Frau L. Sange haben sorgfältig das umfangreiche Manuskript geschrieben. Frau I. Sommerfeld und Herr D. Jeschke waren mir unermüdlich bei der Durchsicht und Korrektur des Manuskriptes behilflich.

Mit diesem Buch möchte ich auch das Andenken von Herrn Professor Dr.-Ing. Dr. mult. h.c. Herwart Opitz ehren, der mein langjähriger akademischer Lehrer an der Technischen Hochschule Aachen war. Schließlich gilt mein besonderer Dank Herrn Dipl.-Ing. ETH Otmar Hegi, Mitglied der Konzernleitung der Gebr. Sulzer AG in Winterthur, dem ich eine Fülle fachlicher und persönlicher Anregungen verdanke.

Hannover, im Frühjahr 1983

*Hans-Peter Wiendahl*

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort zur 9. Auflage</b> .....	<b>5</b>
<b>Vorwort zur 1. Auflage</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Einführung</b> .....	<b>15</b>
1.1 Randbedingungen der Produktion .....	15
1.2 Betrachtungsmöglichkeiten von Produktionsunternehmen .....	17
1.3 Das Unternehmen in seiner Umwelt .....	20
1.4 Die Unternehmensfunktionen .....	23
1.5 Literatur .....	27
<b>2 Organisation des Industrieunternehmens</b> .....	<b>29</b>
2.1 Begriffsabgrenzungen .....	29
2.2 Organisation des Gesamtunternehmens .....	31
2.2.1 Aufbauorganisation .....	31
2.2.2 Projektorganisation .....	35
2.2.3 Informelle Organisation .....	38
2.2.4 Unternehmensübergreifende Organisation .....	39
2.3 Organisation der Produktion .....	41
2.3.1 Klassische Fertigungsformen .....	42
2.3.2 Dezentrale Fertigungsformen .....	47
2.3.3 Automatisierte Fertigungskonzepte .....	49
2.3.4 Montageformen .....	53
2.3.5 Mitarbeiterorientierung .....	55
2.3.6 Produktionssysteme .....	58
2.3.7 Digitalisierung der Produktion .....	60
2.4 Unternehmensplanung .....	65
2.4.1 Übersicht .....	66
2.4.2 Unternehmensgrundsätze .....	67

2.4.3	Langfristplanung .....	68
2.4.4	Mittelfristige Planung .....	69
2.4.4.1	Absatzplan .....	70
2.4.4.2	Entwicklungsplan .....	71
2.4.4.3	Produktionsplan .....	72
2.4.4.4	Beschaffungsplan .....	74
2.4.4.5	Personalplan .....	75
2.4.4.6	Investitionsplan .....	75
2.4.4.7	Ergebnis- und Finanzplan .....	76
2.5	Unternehmensführung .....	79
2.5.1	Grundsätze und Aufgaben .....	79
2.5.2	Führungsethik .....	81
2.5.3	Führungsstil .....	82
2.5.4	Führungstechnik .....	84
2.6	Rechtliche Randbedingungen .....	91
2.6.1	Vorschriften zu gewerblichen Arbeitsstätten .....	91
2.6.2	Mitbestimmung .....	93
2.6.3	Umweltrecht .....	96
2.7	Literatur .....	97
<b>3</b>	<b>Produktentstehung .....</b>	<b>101</b>
3.1	Produktlebenszyklus .....	101
3.2	Produktplanung .....	103
3.2.1	Strategische Produktplanung .....	104
3.2.2	Operative Produktplanung .....	108
3.2.2.1	Überblick .....	109
3.2.2.2	Unternehmenspotenzialbestimmung .....	110
3.2.2.3	Suchfeldeingrenzung .....	110
3.2.2.4	Lösungsfindung Probleme und Produkte .....	112
3.2.2.5	Produktauswahl .....	112
3.2.2.6	Produktdefinition .....	117
3.3	Produktentwicklung .....	117
3.3.1	Vorgehen nach VDI .....	117
3.3.2	Agile Methoden .....	126
3.4	Organisation der Konstruktion .....	128
3.4.1	Konstruktionsarten .....	128
3.4.2	Organisatorische Abläufe .....	129
3.4.3	Änderungswesen .....	132
3.5	Rechnereinsatz in Entwicklung und Konstruktion .....	133
3.6	Literatur .....	140

---

<b>4</b>	<b>Produktdatenmanagement</b>	<b>143</b>
4.1	Grunddatenübersicht	143
4.2	Erzeugnisstruktur	145
4.3	Zeichnungen	150
4.3.1	Zeichnungstypen und Zeichnungssysteme	151
4.3.2	Zeichnungsinhalt	153
4.4	Stücklisten	157
4.4.1	Inhalt und Aufbau von Stücklisten	157
4.4.2	Stücklistenformen	159
4.4.3	Verwendungsnachweis	164
4.4.4	Artikelstamm	165
4.5	Nummernsysteme	166
4.5.1	Arten und Struktur von Nummernsystemen	167
4.5.2	Sachnummerung	170
4.6	Gruppentechnologie und Klassifikationssysteme	173
4.7	Sachmerkmalleisten	178
4.8	Clusteranalyse	179
4.9	Speicherung und Nutzung betrieblicher Daten	180
4.9.1	Datenstrukturen	181
4.9.2	Client Server-Systeme und Data Warehouse	184
4.9.3	Modellierung technischer Objekte	185
4.10	Literatur	186
<b>5</b>	<b>Arbeitsplanung</b>	<b>189</b>
5.1	Der Arbeitsplan	191
5.1.1	Auftragsunabhängige Arbeitsplandaten	191
5.1.2	Auftragsabhängige Arbeitsplandaten	193
5.2	Stücklistenverarbeitung	194
5.3	Arbeitsplanerstellung	194
5.3.1	Übersicht	195
5.3.2	Unterlagenprüfung	197
5.3.3	Rohmaterialbestimmung	199
5.3.4	Arbeitsvorgangsfolgermittlung	201
5.3.5	Fertigungsmittelzuordnung	202
5.3.6	Vorgabezeitermittlung	205
5.3.7	Dokumentation	209
5.4	NC-Programmierung	211
5.5	Fertigungshilfsmittelplanung	217

---

5.6	Rechnereinsatz in der Arbeitsplanung .....	218
5.7	Langfristige Aufgaben .....	222
5.7.1	Methodenentwicklung .....	222
5.7.2	Technologieplanung der Produktion .....	224
5.7.3	Fabrikplanung .....	225
5.7.3.1	Planungsfelder .....	225
5.7.3.2	Planungsgrundsätze .....	227
5.7.3.3	Planungsphasen .....	229
5.7.3.4	Arbeitsplatzgestaltung .....	235
5.8	Literatur .....	239
<b>6</b>	<b>Logistische Produktionsmodellierung .....</b>	<b>243</b>
6.1	Abgrenzung von Logistik, Materialwirtschaft und PPS .....	243
6.2	Logistisches Zielsystem .....	246
6.3	Auftragsabwicklung .....	248
6.3.1	Bevorratungsstrategie .....	249
6.3.2	Abwicklung Herstellaufträge .....	251
6.4	Logistische Wirkmodelle .....	252
6.4.1	Produktionsmodell .....	253
6.4.2	Fertigungsmodell .....	254
6.4.2.1	Trichtermodell und Durchlaufdiagramm .....	254
6.4.2.2	Bestand und Reichweite .....	255
6.4.2.3	Auslastung .....	256
6.4.2.4	Durchlaufzeit .....	257
6.4.2.5	Terminabweichung, Rückstand und Termintreue .....	260
6.4.3	Produktionskennlinien .....	262
6.4.4	Lagermodell .....	267
6.4.5	Montagemodell .....	270
6.5	Literatur .....	277
<b>7</b>	<b>Produktionsplanung und -steuerung .....</b>	<b>279</b>
7.1	Übersicht .....	279
7.2	Produktionsprogrammplanung .....	287
7.2.1	Programmplanung Vorratsaufträge .....	288
7.2.2	Programmplanung Kundenaufträge .....	290
7.3	Materialwirtschaft .....	294
7.3.1	Übersicht Materialbedarfsrechnung .....	294
7.3.2	Materialbedarfsermittlung .....	296

---

7.3.3	Bruttobedarfsermittlung .....	299
7.3.4	Nettobedarfsermittlung .....	304
7.3.5	Beschaffungsplanung und -durchführung .....	305
7.3.6	Lagerplanung und -führung .....	311
7.3.7	Entsorgungsplanung und -durchführung .....	314
7.3.8	Bestandsplanung .....	315
7.3.9	Bestandsermittlung .....	317
7.3.10	Auftragserzeugung .....	320
7.4	Termin- und Kapazitätsplanung .....	324
7.4.1	Übersicht Termin- und Kapazitätsplanung .....	324
7.4.2	Einzelfunktionen .....	327
7.4.3	Planungsansätze .....	331
7.5	Produktionssteuerung .....	333
7.5.1	Übersicht Produktionssteuerung .....	333
7.5.2	Auftragsveranlassung .....	336
7.5.3	Auftragsdurchsetzung .....	338
7.6	Steuerungsverfahren .....	340
7.6.1	Leitstand .....	341
7.6.2	Optimized Production Technology (OPT) .....	342
7.6.3	Belastungsorientierte Auftragsfreigabe (BOA) .....	344
7.6.4	Fortschrittszahlensteuerung .....	346
7.6.5	Kanban-Steuerung .....	349
7.7	Gestaltung der Fertigungssteuerung .....	351
7.8	Produktionscontrolling .....	352
7.8.1	PPS-Regelkreis .....	352
7.8.2	Operatives Controlling .....	353
7.8.3	Erfolgscontrolling .....	359
7.8.4	Logistisches Benchmarking .....	360
7.9	Literatur .....	361
<b>8</b>	<b>Qualitätsmanagement .....</b>	<b>365</b>
8.1	Einleitung .....	365
8.2	Grundbegriffe .....	367
8.2.1	Qualitätsmanagement .....	368
8.2.2	QM-System .....	369
8.2.3	QM-Elemente .....	371
8.3	Aufgaben des Qualitätsmanagements .....	372
8.3.1	Qualitätspolitik und -ziele .....	372
8.3.2	Qualitätsplanung .....	373

8.3.3	Qualitätssteuerung .....	376
8.3.4	Qualitätssicherung .....	377
8.3.5	Qualitätsverbesserung .....	380
8.4	Dokumentation und Audits .....	380
8.4.1	Dokumentierte Information .....	380
8.4.2	Qualitätsaudit .....	381
8.5	Werkzeuge des Qualitätsmanagements .....	383
8.6	Methoden des Qualitätsmanagements .....	384
8.6.1	Quality Function Deployment (QFD) .....	385
8.6.2	Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) .....	388
8.6.3	Statistische Prozessregelung (SPC) .....	391
8.6.4	Six Sigma .....	400
8.7	Qualitätsbezogene Kosten .....	403
8.8	Erweiterte Aspekte des Qualitätsmanagements .....	405
8.8.1	Exzellenzmodelle .....	405
8.8.2	Kennzahlen .....	406
8.8.3	Produktverfolgung .....	406
8.9	Literatur .....	408
<b>Index</b>	.....	<b>411</b>

- Der zweite Ansatz bildet die personelle Montage in der Weise nach, dass möglichst viele der für eine Objektmontage notwendigen Operationen räumlich an einem Arbeitsplatz zusammengefasst sind. Dabei steht im Mittelpunkt ein frei programmierbarer Bewegungsautomat (Industrieroboter). Er führt einerseits die notwendigen Handhabungsvorgänge durch, um die Teile mit speziellen Greifwerkzeugen von der Bereitstellungs- in die Fügeposition zu bringen und erledigt andererseits die Fügeoperationen selbst mit Hilfe auswechselbarer Werkzeuge oder durch Einlegen in Fügestationen.

Für die Montage zeichnet sich die Entwicklung hin zu adaptiven Systemen ab, diese kann eine verlangte Produktvariante mit der Stückzahl eins in kürzester Zeit bereitstellen [WGK04]. Je nach Stückzahlbereich und lokalen Lohnbedingungen wird dabei die wirtschaftlich günstigste Arbeitsteilung zwischen manuellen und automatischen Arbeitsvorgängen gewählt, was zu sogenannten hybriden Montagesystemen führt [LoWi12].

Eine neuere Entwicklung stellen sogenannte kollaborative Roboter dar, kurz Cobot genannt. Sie arbeiten ohne Schutzeinrichtungen direkt mit Menschen zusammen und verhindern durch eine entsprechende Sensorik Kollisionen. Erste Anwendungen finden sich in der Automobilindustrie.

Eine ausführliche Übersicht über Montagezellen und -systeme bietet [Fel14].

### 2.3.5 Mitarbeiterorientierung

Die bisher geschilderten Organisationsformen der Fertigung und Montage betonen in erster Linie die Sachbeziehungen zwischen Betriebsmittel, Material und Werker. Mit zunehmenden Ansprüchen des arbeitenden Menschen nicht nur im privaten, sondern auch im betrieblichen Bereich tritt ein weiterer wesentlicher Ordnungsgesichtspunkt hinzu, der den Menschen und die Art seiner Mitwirkung am Arbeitsprozess betrachtet.

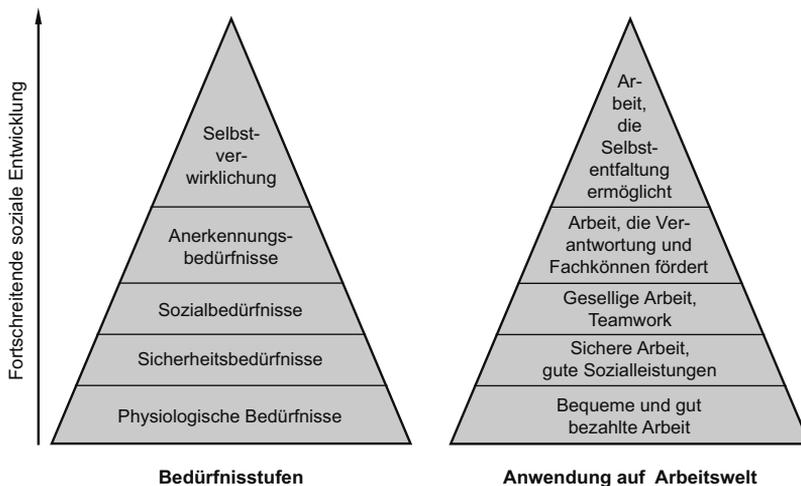
So zeigten Untersuchungen, dass eine Hierarchie der allgemeinen menschlichen Bedürfnisse besteht (Motivationspyramide genannt), die von den physiologischen Grundansprüchen über das Sicherheitsbedürfnis und einen guten sozialen Kontakt bis zur Selbstachtung, Anerkennung durch andere und Selbstverwirklichung entsprechend den individuellen Fähigkeiten reicht, Bild 2.21 links [Mas54].

Mit zunehmender Befriedigung der Grundansprüche, eines längerfristig gesichert erscheinenden Arbeitsplatzes und Einkommens sowie der Verstärkung sozialer Kontakte im Arbeitsleben bei komplexer werdenden Aufgabenstellungen wuchs auch das Bedürfnis nach größerer Selbstständigkeit im eigenen Arbeitsbereich, Bild 2.21 rechts. Die von F. W. Taylor in den USA begründete Arbeitsteilung in der industriellen Fertigung weist jedem Mitarbeiter eine genau umschriebene Tätigkeit auf längere Dauer zu [Tay03]. Dies führt durch die immer stärkere Zerlegung der Arbeit zu Arbeitsplätzen mit geringem Arbeitsinhalt sowie zu Monotonie, einseitiger Belastung und Taktbindung. Nur ein Produktwechsel, eine Umstellung des Arbeitsprozesses oder ein Arbeitsplatzwechsel fordert für den Mitarbeiter Änderungen in seinem Arbeitsablauf. Diese Arbeitsform kann also die angesprochenen Bedürfnisse der Werker nach Selbstständigkeit und Selbstverwirklichung mit der Möglichkeit, sich auch mit dem Ergebnis ihrer Tätigkeit zu identifizieren, nicht verwirklichen.

Konzepte die diese Nachteile vermeiden, lassen sich unter dem Begriff *Gruppenarbeit* zusammenfassen [AHB03]. Darunter versteht man die Zusammenarbeit mehrerer Menschen unter einer gemeinsamen Zielsetzung. Die Gruppe übernimmt eigenverantwortlich eine ganzheitliche Aufgabe teilweise oder vollständig in einem räumlich zusammengefassten Arbeitssystem. Die Gruppenmitglieder verteilen die Teilaufgaben innerhalb des Arbeitssystems selbstständig. Eine individuelle Ablaufkontrolle durch Vorgesetzte entfällt; an ihre Stelle tritt die ergebnisorientierte Kontrolle des gesamten Arbeitssystems (siehe auch Abschnitt 2.3.2).

Man unterscheidet verschiedene Formen der Gruppenarbeit, die Bild 2.22 am Beispiel einer Montageaufgabe skizziert. Dabei bildet die klassische *Arbeitsteilung* mit strikter Funktionstrennung den Ausgangspunkt für drei Arbeitsformen mit zunehmendem Autonomiegrad.

Um auf Maschinen- oder Personalausfälle möglichst rasch reagieren zu können, bilden die Betriebe schon immer sogenannte Springer aus, die innerhalb eines überschaubaren Teilbereiches mehrere Arbeitsplätze ausfüllen können. Erhebt man diese Ausnahmen zur Regel, entsteht die als *Arbeitsplatzwechsel* (engl. job rotation) bezeichnete Arbeitsform. Der einzelne Arbeitsplatz bleibt dabei unverändert. Auch bestimmte Funktionen wie Einrichten der Maschinen, Kontrolle und Reparatur von beanstandeten Produkten sind hiervon ausgenommen. Es findet aber bereits ein Abbau der Monotonie statt.

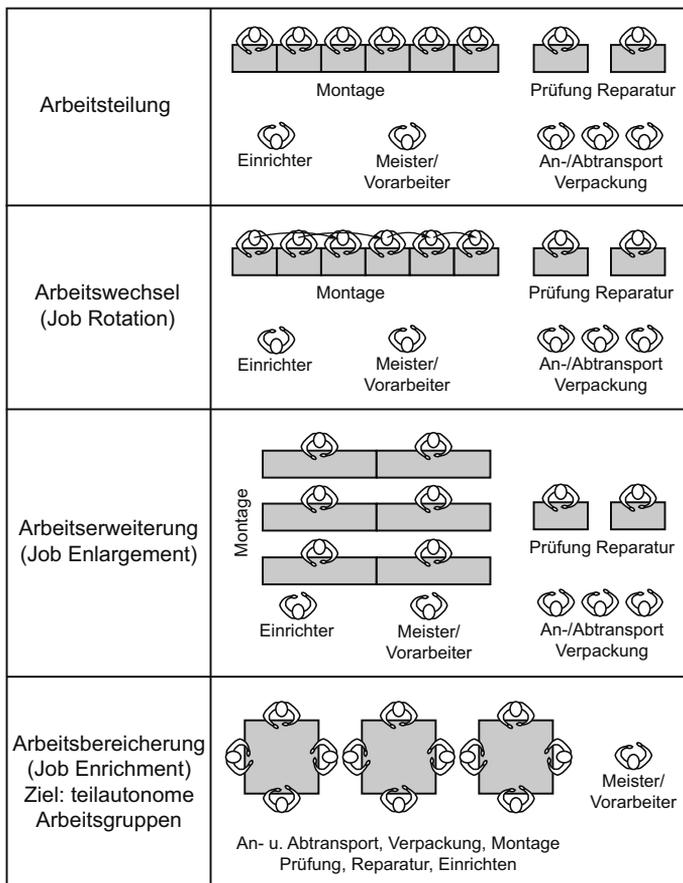


**Bild 2.21** Motivationspyramide nach A. H. Maslow und ihre Anwendung auf die Arbeitswelt

Bei der *Arbeitserweiterung* (engl. job enlargement) versucht man demgegenüber, mehrere verschiedenartige Tätigkeiten zu einer neuen, inhaltlich erweiterten Aufgabe so zusammenzufassen, dass ein definiertes und prüfbares Arbeitsergebnis entsteht. Neben der Erhöhung der sogenannten Zykluszeit erweitern hierbei auch administrative und kontrollierende Tätigkeiten den Arbeitsablauf. Zusätzlich zur Verbesserung der Arbeitszufriedenheit erhofft man sich eine Identifizierung des Werkers mit „seinem“ Produkt. Voraussetzung hierfür ist eine angemessene Qualifikation des Arbeitnehmers.

Die *Arbeitsbereicherung* (engl. job enrichment) geht noch einen Schritt weiter in Richtung der sogenannten teilautonomen Arbeitsgruppe. Hierbei werden nicht nur die direkt produktiven Tätigkeiten, sondern auch alle übrigen indirekt produktiven Tätigkeiten, wie Qualitätsprüfung, Materialbeschaffung, Instandhaltung usw., einer Arbeitsgruppe übertragen. Damit kann diese Gruppe z. B. die komplette Montage eines Gerätes einschließlich Funktionsprüfung und Verpackung durchführen.

Diese Arbeitsform kommt den Bedürfnissen nach Selbstverwirklichung am nächsten. Sie stellt aber auch die höchsten fachlichen und menschlichen Anforderungen und ist bezüglich der Entlohnung nicht unproblematisch, weil die Einzelleistungen nicht immer eindeutig zu bewerten sind. Auch die Leistungsausbringung und Produktqualität erfüllt zunächst nicht immer die in diese Arbeitsform gesetzten Erwartungen. Die Gruppenarbeit findet speziell in der Bundesrepublik Deutschland eine breite Anwendung, insbesondere in Form von Fertigungs- und Montagesegmenten.



**Bild 2.22** Formen von Arbeitsstrukturen (Bullinger)

### 2.3.6 Produktionssysteme

Der Beginn der Globalisierung in den 1980er-Jahren, ausgelöst durch den Containerverkehr und das Internet, verdeutlichte schnell, dass die funktionsorientierte Sicht auf die Produktion und die Begrenzung auf die eigene Fabrik nicht mehr passten. Es setzte sich die Erkenntnis durch, dass sich zum einen alle Aktivitäten kundenorientiert an dem Geschäftsprozess „Auftragserfüllung“ ausrichten müssen und zum anderen sämtliche nicht wertschöpfende Vorgänge zu vermeiden sind.

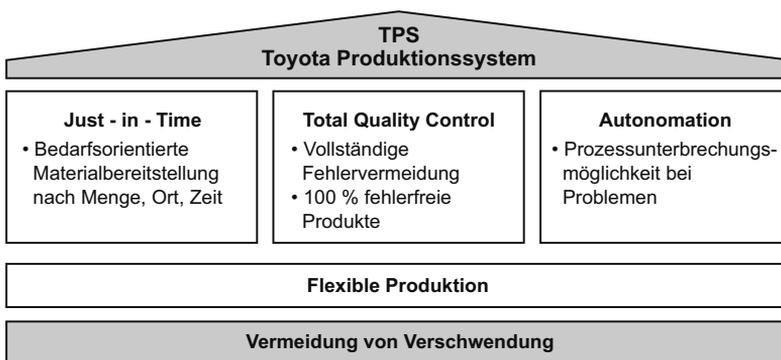
Der in diesem Zusammenhang häufig verwendete Begriff der schlanken Produktion (engl.: lean production) geht auf eine vergleichende Studie des MIT, Boston, über die Produktionskonzepte der japanischen, amerikanischen sowie europäischen Automobilindustrie zurück [WJ92]. Die schlanke Produktion ist kein geschlossenes, theoretisch begründetes Unternehmenskonzept, sondern die Quintessenz aus der Analyse erfolgreicher Unternehmen [WJ13]. Sie beruht im Wesentlichen auf dem im Folgenden erläuterten Toyota Produktionssystem (TPS).

#### Das Toyota Produktionssystem

Große Aufmerksamkeit erfuhr in diesem Zusammenhang das von der Toyota Motor Company kontinuierlich entwickelte Toyota-Produktionssystem TPS, das allerhöchste Produktqualität zu geringstmöglichen Kosten mit kürzesten und stabilen Lieferzeiten anstrebt. Die daraus abgeleiteten Ziele der Produktion sind:

- Produktivität durch Beseitigung jeglicher Art von Verschwendung;
- Qualität durch sichere Prozesse, die eine hohe Produktqualität ermöglichen;
- Flexibilität durch reaktionsfähige Arbeitsplätze und Mitarbeiter;
- Humanität durch maximale Einbeziehung des Mitarbeiterwissens.

Aus diesem Ansatz heraus haben sich fünf aufeinander bezogene Elemente des Toyota Produktionssystems entwickelt [Ohn86], die Bild 2.23 in Anlehnung an eine Darstellung von Oeltjensbruns [Oelt00] vereinfacht zusammenfasst, vgl. dazu ausführlich [Lik06, LH09].



**Bild 2.23** Elemente des Toyota Produktionssystems TPS (nach Oeltjensbruns)

Das Fundament von TPS bildet die Vermeidung jeglicher Verschwendung durch den minimalen Einsatz von Betriebsmitteln, Material, Teilen, Platz und Arbeitszeit. Der Prozess der kontinuierlichen Verbesserung (KVP) hat in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung. Ziel ist es, durch die von den Mitarbeitern vorgeschlagenen und umgesetzten ständigen kleinen Verbesserungen der Prozesse und Abläufe eine stetige Steigerung von Produktivität und Qualität zu erreichen.

Mit der Flexiblen Produktion als zweitem übergeordneten Ansatz reagiert das Unternehmen auf Änderungen der Produkte sowie ihrer Absatzmengen und Varianten. Dies geschieht durch eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Arbeit auf Basis einer ausgewogenen Folge von Produktvarianten mit großen und kleinen Arbeitsinhalten. Wichtig ist die rasche Reaktion auf Fehler mit dem Ziel ihrer dauerhaften Beseitigung durch breit qualifizierte Mitarbeiter, die je nach Bedarf einen oder mehrere Arbeitstakte beherrschen. Dies setzt die bereits beschriebene Gruppenarbeit voraus.

Mit seinem dritten Element Total Quality Control strebt das TPS eine vollständige Fehlervermeidung mit dem Ziel an, 100 % fehlerfreie Produkte im ausgepackten Zustand beim Kunden zu erreichen. Dies setzt eine durchgängige Betrachtung aller Geschäftsprozesse vom Marketing über die Produktentwicklung und den Vertrieb bis hin zur Auftragsabwicklung und dem Service voraus. Stabile, nach Regeln des Qualitätsmanagements gestaltete Prozesse, das interne Kunden-Lieferanten-Prinzip (nur 100 % Gutteile an den nächsten Arbeitsabschnitt) und kleine Regelkreise bewirken die frühestmögliche Entdeckung von Fehlern und ihre Beseitigung durch den Verursacher ohne Einschaltung einer zusätzlichen Qualitätsprüfung. Die Folgekontrolle durch den Ausführenden des nächsten Arbeitsschrittes vermeidet seltene Fehler.

Das vierte wesentliche Element des TPS-Systems zielt unter dem von Taiicho Ohno geprägten Begriff Just in Time (JIT) darauf ab, sämtliche zur Produktion notwendigen Faktoren „Gerade rechtzeitig“ bereit zu stellen [Ohn86]. Das unterstützt die Ziele niedrige Bestände, kurze Durchlaufzeiten und hohe Termintreue. Das JIT-Konzept betrachtet deshalb die gesamte Wertschöpfungskette vom Lieferanten über die eigene Produktion bis zur Auslieferung an den Kunden.

Das letzte Hauptelement des Toyota Produktionssystems bezeichnet das Kunstwort Automation. Es umschreibt die Eigenschaft eines automatischen Systems beim Auftreten von Problemen wie Maschinenstörungen, Qualitätsproblemen oder Montagefehlern entweder selbsttätig oder durch Eingriff der Werker sofort anzuhalten.

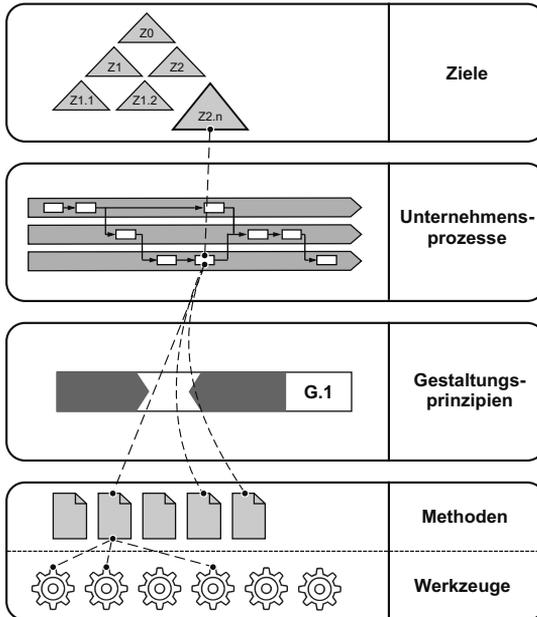
Mittlerweile haben praktisch alle Unternehmen der Automobilindustrie den Toyota-Ansatz aufgegriffen, z. B. in Form des Mercedes Produktionssystems MPS [Oelt00]. Einen systematischen Überblick mit Beispielen gibt Spath [Spa03]. Seit den 2000er-Jahren verbreitet sich der Ansatz zunehmend auch im Mittelstand.

### **Ganzheitliche Produktionssysteme**

Die VDI-Richtlinie 2850 greift den TPS-Ansatz und firmenspezifische Produktionssysteme mittlerweile als allgemein anwendbares Konzept unter dem Begriff Ganzheitliches Produktionssystem GPS auf und beschreibt ihn wie folgt: „Ein GPS bildet ein unternehmensspezifisches, methodisches Regelwerk für die kontinuierliche Ausrichtung sämtlicher Unternehmensprozesse am Kunden, um die von der Unternehmensführung vorgegebenen Ziele zu erreichen“ [VDI12]. Bild 2.24 zeigt die wesentlichen Elemente eines GPS.

Zunächst sind die Ziele in einer Zielhierarchie zu definieren, um dann die betroffenen Unternehmensprozesse z. B. mithilfe der Wertstromanalyse zu analysieren und Schwachstellen aufzuzeigen. Der nächste wesentliche Schritt besteht in der Neugestaltung mit Hilfe einer oder mehrerer Gestaltungsprinzipien. Die Richtlinie weist schließlich auf bewährte Methoden und Werkzeuge zur Unterstützung der Umsetzung hin.

Methodisch erwähnenswert ist darüber hinaus die systematische Verknüpfung mit dem Business Exzellenz Modell EFQM (vgl. Abschnitt 8.8.1). Dies betont die Langfristperspektive zur nachhaltigen Verankerung in einer Organisation, vgl. dazu ausführlich [RS14].



**Bild 2.24** Aufbau und Struktur eines Ganzheitlichen Produktionssystems (VDI 2850)

### 2.3.7 Digitalisierung der Produktion

Mit der zunehmenden Verfügbarkeit von Rechner- und Speicherkapazitäten gewann die IT-gestützte Abwicklung, also die Digitalisierung der direkten und indirekten Produktionstätigkeiten, an Bedeutung. Hier sind mehrere Aspekte bzw. Entwicklungsschritte zu unterscheiden, die im Folgenden knapp erläutert werden.

#### Computer Integrated Manufacturing CIM

Mit der Verbreitung von rechnergestützten Systemen für die Konstruktion (CAD), zur Programmierung von NC-Maschinen, zur Produktionsplanung und -steuerung (PPS) sowie zur Qualitätssicherung (CAQ) entstand die Idee einer datentechnischen Verknüpfung entlang der Wertschöpfungskette. Seit Mitte der 1980er-Jahre wird unter dem Begriff CIM (Computer Integrated Manufacturing: rechnerintegrierte Produktion) ein Produktionskon-

zept verstanden, dessen Einrichtungen automatisiert und flexibel zugleich sind und das auf einer durchgängigen Verknüpfung des gesamten Material- und Informationsflusses beruht [Sch90]. Daraus sollte eine bessere Kundenorientierung und Reaktionsschnelligkeit bei niedrigeren Beständen resultieren [RSV92].

Die anfängliche Euphorie legte sich allerdings, da bei der Einführung von CIM Probleme verschiedenster Art auftraten. Die Gründe werden heute neben mangelnden technischen Standards vor allem in einer fehlenden ganzheitlichen Betrachtung von technischen, organisatorischen und personellen Aspekten gesehen. Erst die Reorganisation der Unternehmen nach Geschäftsprozessen [RSV92] hat eine neue Deutung von CIM ermöglicht [Schö16]. Auch hier gilt die Merkregel: Erst einen Prozess vereinfachen und verbessern und ihn dann automatisieren.

In der Bundesrepublik Deutschland erarbeitete der Ausschuss für wirtschaftliche Fertigung (AWF) eine betriebsübergreifende Empfehlung zur Definition des CIM-Begriffes [AWF85]. Tabelle 2.1 enthält die Definitionen, die gegenüber der AWF-Definition noch um die deutschen Begriffe für CIM, CAD, CAP, CAM und CAQ sowie den englischen Begriff für PPS ergänzt sind. Weiterhin wurde unter CAP noch die Aufgabe „Vorgabezeitermittlung“ eingefügt.

Die in Tabelle 2.1 definierten technischen Bereiche CAD, CAP, CAM und CAQ realisieren zunächst die technischen Funktionen eines Produktionsunternehmens, die von der Konstruktion (CAD) über die Arbeitsplanung (CAP) bis hin zur Fertigung und Montage (CAM) erforderlich sind, um ein Produkt herzustellen. EDV steht dabei für Elektronische Datenverarbeitung. Diese Aufgaben sind vorzugsweise geometrie- und funktionsorientiert und werden häufig unter dem Begriff CAD/CAM zusammengefasst. Die Produktionsplanung und -steuerung (PPS) befasst sich demgegenüber mit Aufträgen, Mengen, Terminen, Beständen und Durchlaufzeiten, ist also logistisch orientiert.

Es sind zahlreiche Darstellungen bekannt, die das Zusammenwirken dieser Teilfunktionen verdeutlichen, z. B. [AWF85, Sch90, RSV92].

**Tabelle 2.1** Definition des CIM-Begriffes (erweitert nach AWF)

**Computer Integrated Manufacturing (CIM)**

Rechnerintegrierte Produktion beschreibt den integrierten EDV-Einsatz in allen mit der Produktion zusammenhängenden Betriebsbereichen. CIM umfasst das informationstechnologische Zusammenwirken zwischen CAD, CAP, CAM, CAQ und PPS. Hierbei soll die Integration der technischen und organisatorischen Funktionen zur Produkterstellung erreicht werden. Dies bedingt die gemeinsame, bereichsübergreifende Nutzung einer Datenbasis.

**Computer Aided Design (CAD)**

Rechnerunterstützte Konstruktion ist ein Sammelbegriff für alle Aktivitäten, bei denen die EDV direkt oder indirekt im Rahmen von Entwicklungs- und Konstruktionstätigkeiten eingesetzt wird. Dies bezieht sich im engeren Sinne auf die graphisch-interaktive Erzeugung und Manipulation einer digitalen Objektdarstellung, z. B. durch die zweidimensionale Zeichnungserstellung oder durch die dreidimensionale Modellbildung.

**Computer Aided Planning (CAP)**

Rechnerunterstützte Arbeitsplanung bezeichnet die EDV-Unterstützung bei der Arbeitsplanung. Hierbei handelt es sich um Planungsaufgaben, die auf Arbeitsergebnissen der Konstruktion aufbauen, um Daten für Teileanfertigungs- und Montageanweisungen zu erzeugen. Darunter werden verstanden: die rechnerunterstützte Planung der Arbeitsvorgänge und der Arbeitsvorgangfolgen, die

Tabelle 2.1 Fortsetzung

Auswahl von Verfahren und Betriebsmitteln zur Erzeugung der Objekte, die Vorgabezeitermittlung sowie die rechnerunterstützte Erstellung von Daten für die Steuerung der Betriebsmittel des CAM.

**Computer Aided Manufacturing (CAM)**

Rechnergesteuerte Fertigung bezeichnet die EDV-Unterstützung zur technischen Steuerung und Überwachung der Betriebsmittel bei der Herstellung der Objekte im Fertigungsprozess. Dies bezieht sich auf die direkte Steuerung von Arbeitsmaschinen, verfahrenstechnischen Anlagen, Handhabungsgeräten sowie Transport- und Lagersystemen.

**Computer Aided Quality Assurance (CAQ)**

Rechnerunterstützte Qualitätssicherung bezeichnet die EDV-unterstützte Planung und Durchführung der Qualitätssicherung. Hierunter wird einerseits die Erstellung von Prüfplänen, Prüfprogrammen und Kontrollwerten verstanden, andererseits die Durchführung rechnerunterstützter Mess- und Prüfverfahren. CAQ kann sich dabei der EDV-technischen Hilfsmittel des CAD, CAP und CAM bedienen.

**Produktionsplanung und -steuerung (PPS)**

(engl.: Production Planning and Control) bezeichnet den Einsatz rechnerunterstützter Systeme zur organisatorischen Planung, Steuerung und Überwachung der Produktionsabläufe von der Angebotsbearbeitung bis zum Versand unter Mengen-, Termin- und Kapazitätsaspekten.

**Digitale Fabrik**

Der CIM-Ansatz entwickelte sich trotz gewisser Rückschläge weiter zur Digitalen Fabrik. Bild 2.25 deutet die produkt- und auftragsbezogene Prozesskette an, die sich in der Fertigung und Montage trifft. Zur reibungslosen Verknüpfung dienen zum einen das Produktdatenmanagement (PDM), das alle produktrelevanten Daten in sich vereint (s. Abschnitt 3.5), und zum anderen das logistische Ablaufmodell, dessen Stammdaten und Bewegungsdaten die Basis für die Auftragsabwicklung mit Hilfe von PPS-Systemen bilden (s. Abschnitt 6.3 und Kapitel 7).

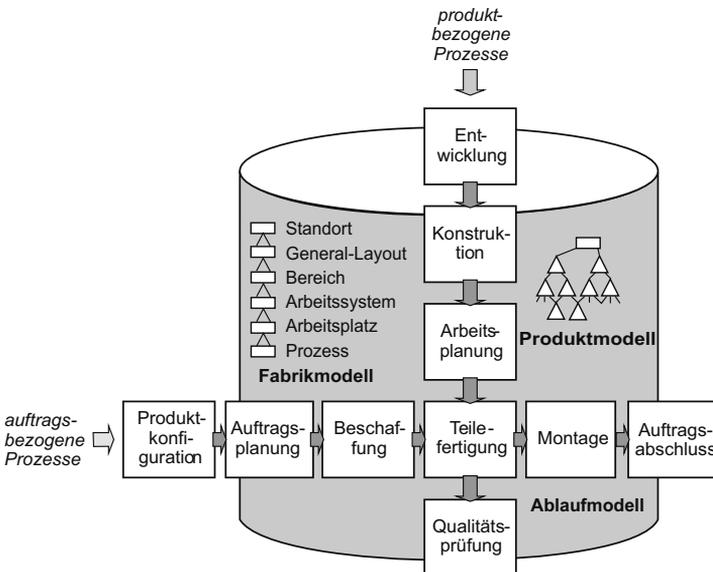


Bild 2.25 Funktionen und Teilmodelle der Digitalen Fabrik

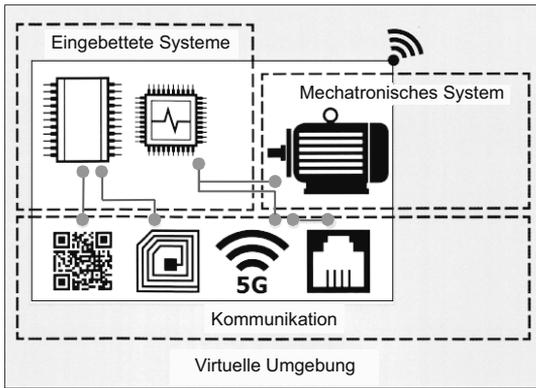
Das Fabrikmodell diene zunächst nur der Kapazitätsbeschreibung der Fertigungsmittel. Durch die erheblichen Fortschritte in der Simulationstechnik, der 3D-Darstellung und der Virtuellen Realität hat sich seit Mitte der 1990er-Jahre das Konzept der Digitalen Fabrik entwickelt [Bra17]. Damit ist eine ablauffähige, im virtuellen Raum manipulierbare, geometrische Abbildung einer geplanten Fabrik mit ihren Prozessen, Betriebsmitteln, Menschen und Gebäuden möglich. Je nach Detaillierungsgrad werden Fertigungsvorgänge (z. B. in Umformpressen), kinematische Abläufe (z. B. von Robotern und Menschen), logistische Abläufe (z. B. in Transportsystemen) einschließlich ihrer Verknüpfungen modelliert, simuliert und sichtbar gemacht [Wes03, Kü06, Bra17]. Das soll Planungsfehler vermeiden, die Planungsdauer verkürzen sowie einen schnelleren Hochlauf der Fabrik ermöglichen. Als Vorreiter gilt die Automobilindustrie.

#### Industrie 4.0

Als nächster Entwicklungsschritt hat Mitte der 1990er-Jahre unter dem Begriff Industrie 4.0 die digitale Vernetzung industrieller Abläufe auf Basis sogenannter Cyber Physical Systems (CPS) in Echtzeit begonnen [ReiG17, VBH17]. Industrie 4.0 steht für die vierte industrielle Revolution nach Einführung der Dampf- und Wasserkraft Ende des 18. Jahrhunderts, der arbeitsteiligen Massenproduktion mit elektrisch angetriebenen Maschinen seit Beginn des 20. Jahrhunderts und der Automatisierung auf Basis speicherprogrammierbarer Steuerungen ab den 1970er-Jahren.

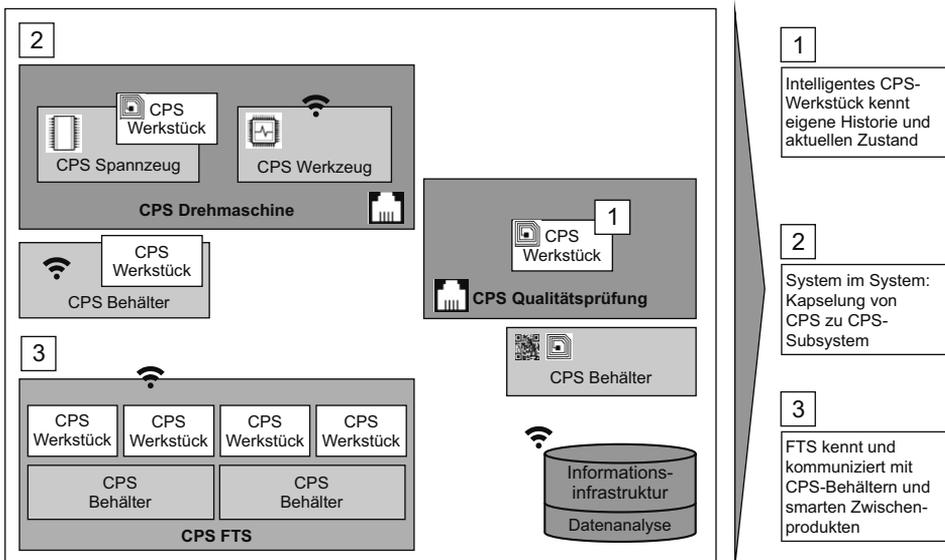
*Cyber Physical Systems* sind definiert als intelligente Objekte, die aus der Fusion eines mechatronischen Systems mit eingebetteter Software, Sensorik und Kommunikationselementen entstehen [WGP17]. Bild 2.26 vermittelt einen Eindruck der Elemente eines CPS. Der als Beispiel gewählte Elektromotor besteht im Kern aus mechanischen und elektrischen Funktionselementen, verfügt aber darüber hinaus über integrierte Sensoren z. B. für Temperatur oder Schwingungen. Eine ebenfalls integrierte Logik in Form eines integrierten (auch als *embedded* = eingebettet bezeichnet) elektronischen Bausteins überwacht die Sensorsignale. Dieser erkennt unzulässige Abweichungen und löst über eine Kommunikationsschnittstelle ggf. eine Aktion aus, z. B. ein Alarmsignal oder auch die Abschaltung des Motors. Ein weiteres fundamentales Merkmal eines CPS ist eine dem Objekt untrennbar zugewiesene individuelle und einmalige IP-Adresse, mit der das Objekt über eine Schnittstelle über ein Computernetz adressierbar ist und ebenso als Absenderadresse dient.

Verknüpft man nun die CPS-Objekte einer Produktionseinheit über geeignete Datennetze und genormte Protokolle, entstehen *cyberphysische Produktionssysteme* CPPS. Bild 2.27 zeigt hierzu eine exemplarische Anordnung [WGP17]. Das intelligente Werkstück kennt den geplanten Ablauf mit Soll-Termin, die eigene Historie und den aktuellen (technischen und logistischen) Zustand. Das zugehörige Spannzeug erkennt das Werkstück und prüft ggf. seine korrekte Identität, Spannkraft und Position. Das Werkstück ruft das für die nächste Operation notwendige Werkzeug aus dem Speicher der Drehmaschine ab. Die *embedded* Software der Drehmaschine prüft während des Drehvorgangs z. B. Temperatur oder Verformungen des Werkzeugs. Das veranlasst die Drehmaschine, bei Grenzwertüberschreitungen z. B. die Drehzahl oder den Vorschub anzupassen oder das Werkzeug zu wechseln. Das Werkstück kommuniziert aber auch mit dem Transportbehälter, in dem ein Fahrerloses Transportsystem (FTS) das Werkstück zum nächsten Arbeitsplatz oder zur Qualitätsprüfung bringt. In einem internen oder externen übergeordneten Liefernetzwerk kann auch ein Informationsaustausch mit Kunden und Lieferanten erfolgen. Wesentlich ist auch die dezentrale Datenhaltung innerhalb des Systems.



**Bild 2.26** Elemente eines Cyber-physischen Systems (nach WGP)

CPS eröffnen durch Auswertung der echtzeitnah anfallenden Zustandsdaten vielfältige neue Möglichkeiten z.B. zur Selbststeuerung der Aufträge, der technologischen Prozessverbesserung, der vorbeugenden Instandhaltung von Maschinen durch Eigen- und Fern-diagnose sowie der logistischen Ablaufoptimierung.



**Bild 2.27** Cyber-physisches Produktionssystem (nach WGP)

In diesem Zusammenhang bildet der sogenannte Digitale Schatten die Basis der zugehörigen Methoden und Verfahren. Er ist definiert als „(..) hinreichend genaues Abbild der Prozesse in Produktion, Entwicklung und angrenzenden Bereichen mit dem Ziel, eine echtzeitfähige Auswertung aller relevanten Daten zu schaffen“. Der abgeleitete Digitale

Zwilling erstellt daraus mithilfe eines Prozessmodells und Simulation ein möglichst genaues digitales Abbild der Realität [WGP17].

Kritisch gesehen werden derzeit noch die flächendeckende Verfügbarkeit schneller Datenetze, die Entwicklung verbindlicher Normen und Übertragungsprotokolle, die Sicherheit gegen Systemausfälle und Cyber-Attacken, der Aufbau einer dezentralen Kommunikationsstruktur, die mangelnde Expertise vor allem im Mittelstand und nicht zuletzt die erforderlichen Investitionen.

## ■ 2.4 Unternehmensplanung

Schon immer haben erfolgreiche Unternehmen eine Unternehmensplanung durchgeführt, häufig jedoch ohne eine starke Formalisierung. Mit der zunehmenden Wandlung vom Verkäufermarkt zum Käufermarkt erkannte man ab den 1970er-Jahren, dass die Planung einzelner Bereiche, wie z. B. Produktion, Personal oder Finanzen, nicht mehr ausreicht. Vielmehr wurde eine integrierte Unternehmensplanung erforderlich, die alle Teilbereiche des Unternehmens in eine logische Beziehung zueinander setzt, um die Auswirkungen geplanter Maßnahmen auf übergeordnete Ziele (z. B. Umsatzrendite 10%) erkennen zu können.

Eine einheitliche Definition für Planung besteht bisher nicht. Charakteristische Aussagen sind:

- Treffen von Entscheidungen in der Gegenwart unter Berücksichtigung ihrer zukünftigen Auswirkungen;
- systematisches Durchdenken und Festlegen von Zielen, Verhaltensweisen und Maßnahmen für die Zukunft;
- Durchführung eines willensbildenden, informationsverarbeitenden und prinzipiell systematischen Entscheidungsprozesses mit dem Ziel, zukünftige Entscheidungs- oder Handlungsspielräume problemorientiert einzugrenzen und zu strukturieren.

Zusammenfassend ist die Planung durch drei Schritte charakterisiert: Ziele setzen, Annahmen festlegen, Maßnahmen bestimmen.

Planung ist systemindifferent und in allen Gesellschaftsformen anzutreffen. Kennzeichen der Planung zentral regierter Länder ist die normative Planung. Hier ist der Planungsträger auch Inhaber zentraler Kompetenzen und legt daher auch die Planungsannahmen fest. In demokratischen Ländern ist dagegen überwiegend eine dezentrale Planung ohne legislativen Charakter anzutreffen, bei der das einzelne Unternehmen von wahrscheinlichen Annahmen in einem Markt mit konkurrierenden Teilnehmern ausgeht. Es ist Aufgabe der Prognose, diese wahrscheinlichen Annahmen zu liefern.

Eine Übersicht zum prinzipiellen Aufbau der Unternehmensplanung leitet diesen Abschnitt ein. Darauf aufbauend erfolgt eine knappe Darlegung der wesentlichen Einzelaufgaben und Abläufe.

# Index

## A

- ABC-Analyse 86, 296 ff.
- Ablauforganisation 30
- Absatzlager 312
- Absatzplan 70f.
- Abweichungsfortpflanzung 376
- Akkreditierung 382
- Aktiengesellschaft 41
- analytische Zeitermittlung 206
- Änderungsmanagement *siehe auch Veränderungsmanagement* 86, 132
- Änderungswesen 132
- Andlersche Losgrößenformel 322
- Anforderungen 367
- Anforderungsliste 119
- Angebotsarten 290
- Angebotsplanung 288
- Angebotsterminplanung 290
- Anpassungskonstruktion 129
- Anpassungsplanung 194
- APS (Advanced Planning and Scheduling) 282, 287, 301, 327, 332
- Arbeitsbereicherung 57
- Arbeitserweiterung 56
- Arbeitsfortschrittserfassung 339
- Arbeitsgruppe
  - teilautonom 49
- Arbeitsplan 191
  - Netzarbeitsplan 221
- Arbeitsplanung 189
  - Ähnlichkeitplanung 219
  - Aufgaben 189
  - Neuplanung 220
  - Variantenplanung 219
- Arbeitsplanverwaltung 221
- Arbeitsplatzgestaltung 235
- Arbeitsplatzwechsel 56
- Arbeitsstättenverordnung 91
- Arbeitssystembewertung 238
- Arbeitsteilung 56
- Arbeitsverteilung 285, 339
- Arbeitsvorbereitung 189
- Arbeitsvorgang 201
- Arbeitswert 208
- Artikel 143f.
- Artikelstamm 165f.
- Artikelstammsatz 165
- Assemble-to-Order 250
- Audit 381f.
- Auditkriterien 381
- Aufbauorganisation 30f.
- Aufbauübersicht 270
- auftragsabhängige Nummern 168
- Auftragsabschluss 339f.
- Auftragsarbeitsplan 191
- Auftragsbereitstellung 337
- Auftragsbeschreibung 130
- auftragsbezogene Montage 250
- auftragsbezogene Produktion 250
- Auftragsdurchsetzung 285
- Auftragserzeugung 285, 296, 320, 334
- Auftragsfreigabe 285, 334, 337
- Auftragsleitstelle 293
- Auftragsliste 159
- auftragsneutrale Stückliste 158
- Auftragsspezifikation 130
- Auftragsterminplanung 288
- Auftragsüberwachung 286, 339
- auftragsunabhängige Nummern 169
- Auftragszeit 206f., 257
- Auftragszentrum 292
- Ausführungszeit 207
- Auslastung 256
- Austauschbarkeit 133

- Auswahl-Stückliste 163  
 automatische Arbeits-  
 planung 219  
 Automatisierungskonzepte  
 der Fertigung 49  
 Autonomation 59
- B**
- Balanced Scorecard 406  
 Baukastenbauweise 148  
 Baukastenstrukturstückliste  
 163  
 Baukasten-Stückliste 162  
 Baukastenverwendungs-  
 nachweis 164  
 Baureihen 129  
 Baustellenfertigung 46  
 Baustellenmontage 53  
 BCG-Matrix 106  
 BDE 286  
 Bearbeitungszentrum 50  
 Bedarf 295  
 Bedarfsarten 294  
 Bedarfsdecker 286, 295 f.,  
 333  
 Bedarfsermittlung 295 f.  
 – deterministisch 296, 299  
 – heuristisch 296  
 – Regelwerk 298  
 – stochastisch 296, 301  
 bedarfsfallbezogene  
 Beschaffung 298  
 bedarfsnahe Beschaffung  
 298  
 Bedarfsprognose 288  
 bedarfssynchrone  
 Beschaffung 298  
 Belastungsabgleich 330  
 Belastungsanpassung 329  
 Belastungsorientierte  
 Auftragsfreigabe (BOA)  
 344  
 Belastungsprofil 289, 329  
 Belastungsrechnung 328
- Belastungsterminierung  
 285, 324, 327  
 Belegerstellung 337  
 Belegungszeit 206  
 Benchmarking 353, 384,  
 406  
 – logistisches 360  
 Benummern 168  
 Bereitstelldauer 273  
 Bereitstelldiagramm 272,  
 274  
 Bereitstellkurve  
 (in der Montage) 274  
 Bereitstellung 313  
 Bereitstellverzug 274  
 Bereitstellvorlauf 274  
 Beschaffung  
 – auf Vorrat 298  
 – bedarfsfallbezogen 298  
 – bedarfsnah 298  
 – bedarfssynchron 298  
 Beschaffungsabschluss  
 310  
 Beschaffungsabwicklung  
 310, 338 f.  
 Beschaffungsanbahnung  
 310  
 Beschaffungsauslöse-  
 bestand 316  
 Beschaffungsmenge 308  
 Beschaffungsplan 74  
 Beschaffungsplanung 305  
 Beschaffungszeit *siehe*  
*auch Wiederbeschaffungs-*  
*zeit* 316  
 Bestand 255  
 – gestört 274  
 – komplettiert 274  
 Bestandsermittlung 317  
 Bestandskosten 264  
 Bestandsplanung 315  
 Bestandsverlauf 255  
 Bestellabwicklung 338  
 Bestellauftragsfreigabe  
 338
- Bestellauslösebestand 316  
 Bestellfreigabe 285  
 Bestellmengenverfahren  
 310  
 Bestellmenge, optimale  
 321  
 Bestellpunktverfahren 309  
 Bestellrhythmusverfahren  
 310  
 Bestellzeitpunkt 316  
 Betätigungsfeld 67  
 Betriebsdatenerfassung  
 286  
 Betriebsmittelbau 217  
 Betriebsmitteldatei 202  
 Betriebspunkt (logistischer)  
 265  
 Betriebsrat 93  
 Betriebsverfassungsgesetz  
 93  
 Bevorratungsstrategie 148,  
 249, 287  
 Bewegungsdaten 296, 317,  
 319, 357  
 Bewertung  
 – wirtschaftlich 122  
 Black-Box-Darstellung 24  
 BOA 344  
 Break-Even-Point 102  
 Bruttobedarf 294  
 Bruttobedarfsermittlung  
 295  
 Business Unit 66
- C**
- CAD 61, 133  
 CAD-Arbeitsplatz 137  
 CAD/CAM 61  
 CAE 133  
 CAM 62  
 CAP 61  
 CAPP-Systeme 221  
 CAQ 62  
 Cash-Cow-Produkte 107

- Change Management 37, 86  
 chaotische Lagerung 313  
 CIM 61, 134  
 Client-Server-Systeme 184  
 Clusteranalyse 179  
 Collaborative Engineering 125  
 Computer Aided Design 133  
 Computer Aided Engineering 133  
 Computer Aided Manufacturing 134  
 Computer Integrated Manufacturing 60  
 Computer Supported Cooperative Work 138  
 Concurrent Engineering 125, 136  
 Constraint Modeling 134  
 Controlling 81, 88  
 Controlling der Kunden-aufträge 354  
 Corporate Culture 81  
 Corporate Design 81  
 Corporate Identity 81  
 Cost-Center 48  
 Cyber Physical System 63  
 cyberphysisches Produktionssystem (CPS) 63
- D**
- Data Warehouse 184, 358, 360  
 Datenbank 180  
 – objektorientiert 182  
 – relational 181  
 Datenbankmanagementsystem 180  
 Datenbanksysteme 180  
 Datenbankverwaltung 180  
 Datensätze 181  
 Datensegment 181  
 Deming-Zyklus 87, 369  
 Demontagezyklus 102  
 Design-FMEA 389  
 Design Thinking 127  
 Detailplanung 233  
 deterministische Bedarfsermittlung 296, 299  
 Differenzialbauweise 148  
 Differenzierungsprozess 225  
 Digitale Fabrik 62f.  
 Digitaler Schatten 64  
 Digitaler Zwilling 65  
 digitales Produkt 156  
 Digitalisierung 19  
 Dilemma der Ablaufplanung *siehe Zielkonflikt (in der Logistik)* 246  
 Dilemma der Produktionssteuerung 246  
 Direktbestellung 310, 338  
 Direktvergabe 310  
 Disposition 285, 320  
 Dispositionsobjekt 294  
 Dispositionsstufe 146, 300  
 Dispositionsstufenverfahren 300  
 Dispositive Varianten 149  
 Dissatisfier 84  
 Diversifikation 105  
 DMAIC-Zyklus 401  
 Dog-Produkte 107  
 Dokumentierte Informationen 380  
 Durchführungszeit 257f.  
 Durchlaufdiagramm 252, 254  
 – Fertigung 254  
 – Lager 267  
 – Montage 271  
 Durchlaufelement 257  
 – Fertigung 257f.  
 – Lager 268  
 – Montage 271  
 durchlauforientierte Losgrößenformel 322  
 Durchlaufterminierung 328  
 Durchlaufzeit 257, 259  
 Durchlaufzeitanalyse 45  
 Durchlaufzeitkennlinie 263  
 Durchlaufzeit (Terminierungsparameter) *siehe Terminierungsparameter* 326  
 Durchlaufzeitverteilung 259  
 dynamische Losgrößenformel 322
- E**
- Ecktermin 290  
 EDV-unterstützte Programmierung 214  
 EFQM-Modell 405  
 Eigenfertigung 321  
 Eigenfertigungsabwicklung 286  
 Eigenfertigungsplanung und -steuerung 286  
 Einmalfertigung 43  
 Einzelbeschaffung 307, 311, 338  
 Einzelblattsystem 152  
 Einzelfertigung 43  
 Einzelteilzeichnung 151  
 elektronischer Leitstand 342  
 embedded Software 63  
 Energieeinsparung 224  
 Engineering Data Management 138  
 Engineer-to-Order 250  
 Engpassanalyse  
 – Arbeitssystem 355  
 – Auftrag 354  
 – Lagerartikel 357  
 Entnahmeverzug 357  
 Entsorgung 314

- Entsorgungsdurchführung 315  
 Entsorgungsplanung 315  
 Entwicklungsplan 71  
 Ergebnisplan 76  
 Erholungszeit 206  
 ERP-System 280f.  
 Erstparteien-Audit 381  
 Erzeugnisprinzip 46  
 Erzeugnis *siehe auch*  
*Material, Produkt* 143,  
 145  
 Erzeugnis 143, 145  
 Erzeugnisstruktur 145  
 exponentielle Glättung  
 302  
 Exzellenzmodelle 405
- F**
- Fabrikplanung  
 – synergetisch 230  
 Failure Mode and Effects  
 Analysis 388  
 FCFS-Regel 335  
 Feature Based Design  
 134  
 Fehlbestände 269  
 Fehlerkreis (der Fertigungs-  
 steuerung) 246  
 Fehlerisikoanalyse 388  
 Fehlersammelkarte 383  
 Feinlayout 233  
 Fertigung  
 – Automatisierungs-  
 konzepte 49  
 – Organisationstyp 43  
 Fertigungsauftrag 191,  
 193  
 Fertigungsauftrags-  
 bereitstellung 337  
 Fertigungsinsel 47  
 Fertigungslager 312  
 Fertigungsmodell 254  
 Fertigungsnetz 50  
 Fertigungsorganisation  
 – dezentral 47  
 Fertigungsprinzip 43f.  
 Fertigungssegment 48, 173  
 Fertigungssteuerung  
 – Funktionen 333  
 – Gestaltung 351  
 Fertigungsstufenverfahren  
 299  
 Fertigungssystem  
 – flexibel 50  
 – Grundkonzepte 50  
 Fertigungstypen 43  
 Fertigungsverbundsystem  
 50  
 Fertigungszeichnung 151  
 Fertigungszelle 50  
 Festangebot 290  
 FIFO-Regel 335  
 Finanzplan 78  
 Flächenberechnung 232  
 flexible Fertigungslinie 50  
 flexibles Fertigungssystem  
 50  
 Fließfertigung 46  
 Fließmontage 53  
 Fließprinzip 44  
 Flussdiagramm 383  
 Flussgrad 258  
 FMEA 388  
 Formenschlüssel 174  
 Fortschrittsüberwachung  
 339  
 Fortschrittszahlenprinzip  
 346  
 FPE-Regel 335  
 Fragezeichen-Produkte 107  
 Freigabe  
 – Bestellauftrag 285, 338  
 – Fertigungsauftrag 285,  
 337  
 Fremdbezug 320  
 Fremdvergabe 43  
 Fristenplan 270  
 Führung 30  
 Führungsethik 81  
 Führungsgrundsätze 79  
 Führungskonzept 30  
 Führungskultur 80  
 Führungsprozess 90  
 Führungsstil 81f.  
 Führungstechnik 84  
 Führungsverantwortung 82  
 Funktionsabschnitte 147  
 Funktionsfläche 147  
 Funktionskomplexe 147
- G**
- Ganzheitliches Produktions-  
 system 59  
 Gebäudeausplanung 233  
 Gebäudeplanung 227  
 generative Arbeitsplanung  
 220  
 Geschäftsbereich 66  
 Geschäftseinheit  
 – strategische 105  
 Geschäftsfeld 67  
 – strategisches 105  
 Geschäftsplanung 282  
 Geschäftsprozess 30  
 Gestaltung  
 – anthropometrisch 236  
 – arbeitsphysiologisch 236  
 – informationstechnisch  
 237  
 Gleichteilleliste 164  
 Gleichzeitigkeit (der Mate-  
 rialbereitstellung) 276  
 Grenzwert 373  
 Grobablauf der PPS 282  
 Grobklassifikation (von  
 Werkstücken) 172  
 Grob-Layout 232  
 Grobplanung 232  
 Grundlagenermittlung 231  
 Grundzeit 206  
 Gruppenarbeit 56  
 Gruppenmontage 53

Gruppentechnologie 173  
 Gruppenzeichnung 151

## H

Hauptzeit 207  
 Herstellauftrag 251  
 heuristische Bedarfs-  
 ermittlung 296  
 Hochlaufbetreuung  
 (einer Fabrik) 235  
 House of Quality 386  
 hybride Montage 54

## I

ideales Lagermodell 315  
 Ideallösung (eines Layouts)  
 229  
 Ideallösung (eines Pro-  
 duktes) 122  
 Ideenfindung 112  
 Identifizieren 168  
 Identifizierungsnummer  
 168  
 Industrie 4.0 15, 63, 148  
 Industrieroboter 55  
 Innovation 103  
 Instanz (einer Organisation)  
 31  
 Integralbauweise 148  
 Integriertes Management  
 86  
 Interessengemeinschaft  
 40  
 Inventarnummer 168  
 Investitionsplan 75  
 Ishikawa-Diagramm 383

## J

JIS 331  
 JIS-Anlieferung 249f.  
 JIT 331  
 JIT-Anlieferung 249f.

job enlargement 56  
 job enrichment 57  
 job rotation 56  
 Joint Venture 40

## K

Kaizen 87  
 Kanban-Karte 350  
 Kanban-Steuerung 349  
 Kann-Varianten 149  
 Kapazitätsabstimmung  
 329  
 Kapazitätsbedarf 282  
 Kapazitätsprofil 329  
 Kapazitätssteuerung 286,  
 334, 339  
 Kapazitätsterminierung  
 285, 324, 329  
 Kapazität (Terminierungs-  
 parameter) *siehe*  
*Terminierungsparameter*  
 326  
 Kartell 40  
 Katalogangebot 290  
 Kennlinie (logistisch) 252,  
 262, 265  
 – *siehe auch Lagerkennlinie*  
 – *siehe auch Produktions-*  
*kennlinie*  
 Kennzahlengrafik 360  
 Kennzahlentabelle 360  
 Kernaufgaben (eines Pro-  
 duktionsunternehmens)  
 244  
 Kernkompetenz 111, 224  
 Kernprozess 35  
 Klassifikationsnummer 168  
 Klassifikationsnummern-  
 system 168  
 Klassifikation von Arbeits-  
 plätzen 177  
 Klassifizieren 168  
 Komplettierer (der  
 Montage) 274, 276, 355

Komplettierungskurve (in  
 der Montage) 274f.  
 Komplex-Stückliste 163  
 Konformitätskosten 404  
 Konformitätsprüfung 378  
 Konsignationslager 306  
 Konstruktion  
 – Ablaufschritte 129  
 – logistikgerecht 125  
 – parametrisch 134  
 – Rechneinsatz 133  
 Konstruktionsarten 128  
 Konstruktionsmethodik 119  
 Kontaktangebot 290  
 Kontinuierlicher Verbes-  
 serungsprozess 87  
 Konzeptplanung 231  
 Konzern 41  
 Kooperation 40  
 Korrelationsdiagramm  
 383  
 Kosten-Erfahrungskurve  
 107  
 Kostenkennlinie 264  
 KOZ-Regel 335  
 Kreislaufwirtschaftsgesetz  
 103  
 Krisenmanagement 35  
 Kundenauftragsdiagramm  
 354  
 Kundenauftrags-Entkopp-  
 lungspunkt 148, 249  
 kundenspezifische Einmal-  
 fertigung 250  
 kurzfristige Planung 66  
 KVP *siehe kontinuierliche*  
*Verbesserung* 59

## L

Lagerdaten 317  
 Lagerdurchlaufdiagramm  
 267  
 Lager-Durchlaufelement  
 268

- Lagerführung 311  
 Lagerkennlinie 268  
 Lagermodell 267  
 Lagerorganisation 312  
 Lagerplanung 311  
 Lagerproduktion 249  
 Lagerreichweite 268  
 Langfristplanung 66  
 Layout 232f.  
 Lean Production 17, 58, 223  
 Leerkosten 264  
 Leistungsbeurteilung 89  
 Leistungsgrad 206  
 Leistungskennlinie 263  
 Leitbild 66  
 Leitsätze (zur Gestaltung der Fertigungssteuerung) 351  
 Leitstand 282, 341  
 Leitsystem 286  
 Lenkungsausschuss 38  
 Lieferverzug 268  
 Life-Cycle Design 103  
 Linienabteilung 31  
 Linien- und Stabsfunktionen 31  
 Logistik 243  
 logistikbedingte Prozesskosten 246  
 Logistikcontrolling  
 – Artikelsicht 356  
 – Auftragsicht 354  
 – Datenqualität 357  
 – Ressourcensicht 355  
 Logistikdienstleister 245  
 Logistikeffizienz 360  
 Logistikkennzahl  
 – Datenqualität 353, 357  
 – Steuerung 353  
 – Zielerreichung 353, 359  
 Logistikkonzept 226  
 Logistikkosten 246, 360  
 Logistikleistung 246, 360  
 logistische Kennlinien 252  
 logistische Positionierung 265  
 logistischer Betriebspunkt 265  
 logistisches Benchmarking 360  
 logistische Verbesserungsansätze 265, 269, 276  
 logistische Wirkmodelle 252  
 Lohngruppen 208  
 Losgröße 42  
 Losgröße (Terminierungsparameter) *siehe Terminierungsparameter* 358  
 Losgröße, wirtschaftliche 322  
 LOZ-Regel 335
- M**
- Make-or-Buy 43, 75, 125, 189, 306  
 Make-to-Order 250  
 Make-to-Stock 249  
 Management by Exception 86  
 Management by Objectives 86f.  
 Management-Modelle 86  
 Management *siehe auch Veränderungsmanagement* 86  
 Managementwerkzeuge 383  
 manuelle Fließmontage 54  
 manuelle Plantafel 341  
 manuelle Programmierung 212  
 Manufacturing Execution System 281  
 Manufacturing Resource Planning 280  
 Marktanteils-Marktwachstums-Matrix 106  
 Marktportfolio 106  
 Maschinendatenerfassung 286  
 Maschinenkarten 202  
 Massenfertigung 43  
 Masterplan (einer Fabrik) 227  
 Match Code 186  
 Materialarten 294  
 Materialausgabe 314  
 Materialbedarf 282  
 Materialbedarfsplanung 284, 294  
 Materialbereitstellung 276  
 Materialdisposition 284f.  
 Materialeinlagerung 314  
 Materialplanung 284  
 Material Requirements Planning 280  
 Material *siehe auch Erzeugnis, Produkt* 143  
 Materialstamm 165f.  
 Materialverwaltung 313  
 Materialwirtschaft 245, 284, 294  
 Matrixorganisation 32  
 MDE 286  
 Mehrkörpersimulation 136  
 Meldebestand 316  
 Mengenplanung 284, 294  
 Mengen-Stückliste 161  
 Mengenverwendungsnachweis 164  
 Merkmal *siehe Qualitätsmerkmal* 373  
 MES (Manufacturing Execution System) 281, 286, 342  
 Methode der kleinsten Quadrate 302  
 Methode des gleitenden Mittelwertes 302  
 Mitbestimmung 91, 93  
 – betriebliche 93f.

- mittelfristige Planung 66  
 Mitwirkung  
 – betriebliche 94  
 modulare Produkte 129  
 Montagebereitstellungsdiagramm 272  
 Montage-Durchlaufdiagramm 271  
 Montage-Durchlaufelement 271  
 Montagemodell 270  
 Montageversorger 271  
 morphologische Matrix 120  
 Motivation 84  
 Motivationsfaktoren 84  
 Motivationspyramide 55  
 MRP 193  
 MRP-basierte Planungsansätze 327, 331  
 MRP I 280  
 MRP II 280, 282  
 MRP-Lauf 286  
 Muss-Varianten 149
- N**
- NC-Programm 212  
 NC-Prozesskette 214  
 Nebenzeit 207  
 Nettobedarf 294  
 Nettobedarfsermittlung 295  
 Nettobedarfsrechnung 304  
 Netzarbeitsplan 221  
 Neukonstruktion 128  
 Neuplanung 194  
 Nichtkonformität 367  
 Nichtkonformitätskosten 404  
 Normalleistung 205 f.  
 Normstrategie 106  
 Nummernschema 169  
 Nummernsystem 168  
 Nutzwertanalyse 114
- O**
- Objektorientierte Datenbanksysteme 182  
 Objektplanung nach HOAI 230  
 One-Piece-Flow 48, 54  
 One-Set-Flow 48  
 Operationsplanung 195  
 OPT-Ansatz 342  
 optimale Bestellmenge 321  
 optimale Losgröße 322  
 order decoupling point 249  
 Organisation  
 – funktional 32  
 – informell 38  
 – Instanz 31  
 – Matrix 32  
 – Projekt 35  
 – Prozess 34  
 – unternehmensübergreifend 39  
 Organisation (eines Unternehmens) 29  
 Organisationsformen  
 – Fertigung 42, 44  
 – Montage 53 f.  
 – Produktion 41  
 Outsourcing 43  
 Overall Equipment Efficiency 256
- P**
- Parallelnummernsystem 170, 172  
 Parametric Design 134  
 PDCA-Zyklus 369  
 PDM *siehe auch Produktdatenmanagement* 132, 138, 144  
 PDM-System 144, 155  
 Periodenbedarf 294, 304  
 Personalbedarf 232  
 Personal- und Organisationsplanung 226  
 Pflichtenheft 130  
 Phasen einer Fabrikplanung 230  
 Plan-Durchlaufzeit (Terminierungsparameter) *siehe Terminierungsparameter* 326  
 Plan-Kapazität (Terminierungsparameter) *siehe Terminierungsparameter* 326  
 Plantafel 341  
 Planung 29  
 – rollierend 66  
 Planung der Lager 312  
 Planungsansatz  
 – APS-basiert 327, 332  
 – MRP-basiert 327, 331  
 Planungsvorbereitung 189  
 Plattformkonzept 129, 223  
 Plattformökonomie 107  
 Plattformstrategie 149  
 Platzkostennummer 202  
 PLM (Produkt-Lifecycle-Management) 281  
 Plus-Minus-Stücklisten 164  
 Polylemma der Fertigungssteuerung *siehe Zielkonflikt (in der Logistik)* 265  
 Portfolio-Technik 106  
 Positionierung (logistische) 265  
 Positionsnummer 159  
 Positionszeilen 159  
 PPS-Lauf 286  
 PPS (Produktionsplanung und -steuerung) 61 f., 279  
 PPS-System 280  
 Primärbedarf 284, 294  
 Primärdokumente 157  
 Prioritätsregel 334, 339

- Problemlösungszyklus 87  
 Product Data Management 144  
 Product Data Management *siehe auch Produktdatenmanagement* 132, 138  
 Product Data Managementsysteme 144, 155  
 Product Life Cycle Managementsysteme 155  
 Produkt 367  
 – Gesamtfunktion 119  
 – modular 129  
 – *siehe auch* Material 145  
 – Suchfeld 110  
 – Teilfunktion 119  
 Produkthanforderungen 119  
 Produktbewertung 114  
 Produktdatenmanagement 144, 165, 186  
 Produktdefinition 117  
 Produktentstehung 101  
 Produktfindung 109, 112  
 Produkt-FMEA 389  
 Produktion  
 – Digitalisierung 60  
 – schlanke 266  
 Produktion auf Lager 287  
 Produktionsauftrag *siehe auch Fertigungsauftrag* 191  
 Produktionscontrolling 352  
 Produktionskennlinie 262  
 – Durchlaufzeit 263  
 – Kosten 264  
 – Leistung 263  
 – Termintreue 263  
 Produktionsleitstand 341  
 Produktionsplan 72  
 Produktionsplanung und -steuerung 61f., 279  
 Produktionsprogramm 280  
 Produktionsprogrammplanung 282, 284, 287  
 Produktionssteuerung 285  
 Produktionsstrategie 72  
 Produktionssystem, cyberphysisches 63  
 Produktionssysteme 58  
 Produktionsunternehmen  
 – Betrachtungsaspekte 18  
 – Randbedingungen 15  
 – Zielfelder 17  
 Produktionsunternehmen *siehe auch Unternehmen* 15 ff., 20, 23 f.  
 Produktlebenszyklus 101 f.  
 Produktmanagement 34  
 Produktmanager 34  
 Produkt-Markt-Matrix 105 f.  
 Produktmerkmal 374  
 Produktplanung 66, 103  
 – operativ 109  
 – strategisch 104  
 Produktprogramm 71  
 Produktprogrammplan 70 f.  
 Produkt *siehe auch Erzeugnis* 145  
 Produktstruktur 145  
 Programmplanung *siehe Produktionsprogrammplanung* 284  
 Projektbewertung 114  
 Projektleiter  
 – fachlich 37  
 Projektmanagement 35, 227  
 Projektorganisation 35  
 Projektpate 37  
 Projektteam 38  
 Prozess 367  
 – qualitätsfähiger 391  
 Prozessbegleiter 37, 86  
 Prozessfähigkeit 392, 396, 400  
 Prozess-FMEA 389  
 Prozessgestaltung 189  
 Prozessmerkmal *siehe Qualitätsmerkmal* 374, 391  
 Prozessorganisation 34 f.  
 Prozessorientierung 34  
 Prozessplanung 195  
 Prozessüberwachung  
 – statistische 391  
 Prozess- und Einrichtungsplanung 226  
 Prüfanweisungen 371  
 Prüfen 377  
 Prüfmethodik 377  
 Prüfplan 378  
 Prüfungsarten 377  
 Puffer *siehe Sicherheitszeit* 275  
 Pünktlichkeit (der Materialbereitstellung) 276  
 Purchase-to-Order 250
- Q**
- QFD 385  
 QM-Ablaufelemente 372  
 QM-Aufbauelemente 372  
 QM-Elemente 372  
 QM-Grundbegriffe 367  
 QM-Handbuch 371  
 Qualität 367  
 Qualitätsaudit 381  
 qualitätsbezogene Kosten 404  
 Qualitätsfähigkeit 380, 392  
 Qualitätskontrolle 365  
 Qualitätslenkung *siehe Qualitätsregelung* 391  
 Qualitätsmanagement  
 – Entwicklungsstufen 365  
 – Methoden 384  
 – *siehe auch* QM 365, 368  
 – umfassendes 374  
 – Werkzeuge 383

- Qualitätsmanagement-system  
 – prozessorientiert 369  
 Qualitätsmerkmal 373, 375, 377, 385, 392  
 – besonderes 375, 397, 400  
 – Merkmalsarten 373  
 – Produktmerkmal 374  
 – Prozessmerkmal 374, 391, 399  
 Qualitätsplanung 373  
 – Produkte 374  
 – Tätigkeiten 374  
 Qualitätspolitik 368 f., 371 f.  
 Qualitätsprüfung 312, 377  
 Qualitätsregelkarten 394  
 Qualitätsregelung 392  
 – produktbezogen 396  
 – prozessbezogen 394  
 Qualitätssicherung 365, 377  
 Qualitätssteuerung  
 – siehe auch Qualitätsregelung 365, 368, 372, 376, 391  
 Qualitäts- und Prüfplanung 189  
 Qualitätsverbesserung 380  
 Qualitätswerkzeuge 383  
 Quality Function  
 Deployment 385
- R**  
 Rahmenvertrag 310  
 Rahmenverträge 288  
 Realisierungsüberwachung (einer Fabrikplanung) 235  
 Reallayout 233  
 Rechtliche Randbedingungen 91  
 Rechtzeitigkeit (der Materialbereitstellung) 276  
 Reengineering 34  
 Regelkarten 383  
 Reichweite 256, 259, 317  
 – Lager 268  
 – Produktion 256  
 Reihenfolgeabweichung 334, 358  
 Reihenfolgebildung 286, 334 f., 339  
 Reihenfolgedisziplin 334, 358  
 Reihenfolgeplanung 285, 324, 330  
 Reihenfolgeregel 330, 334  
 – rüstoptymal 331  
 – rüstzeitminimal 335  
 Reihenfolgesteuerung 339  
 Reihenmontage 53  
 rekonfigurierbare Werkzeugmaschinen 51  
 relationale Datenbanken 181  
 Relativkostenkatalog 123  
 rentability of capital employed 77  
 Reservierung (eines Artikels) 318  
 Richtangebot 290  
 Risikomatrix 390  
 Risikoprioritätszahl (RPZ) 390  
 Rohteilzeichnung 151  
 Rohwarenlager 312  
 rollierende Planung 66  
 Rückstand 260 f., 334  
 Rückverfolgbarkeit 406  
 Rüstkosten 321  
 Rüstzeit 207  
 rüstzeitminimale Reihenfolge 335
- S**  
 Sachmerkmal-einste 178  
 Sachnummerung 169  
 Sammelblattsystem 152  
 Sammelzeichnung 152  
 Satisfier 84  
 schlanke Produktion 58, 223, 266  
 Schlupfzeit-Regel 335  
 Schlüsselsystem 168  
 SCOR-Model 244  
 Scrum 126  
 Sekundärbedarf 294  
 Selbstverwirklichung 57, 82, 84  
 Serienfertigung 43  
 Seriennummer 168  
 Servicegrad 268, 317  
 Sicherheitsbestand 315  
 Sicherheitstechnik 237  
 Sicherheitszeit 275  
 Simultaneous Engineering 125, 136  
 Simultanplanung *siehe auch Planungsansatz* 287, 301, 324, 327, 332  
 Situationsanalyse 68  
 Six Sigma 401  
 Six-Sigma-Prozessmodell 401  
 Spartenorganisation 32  
 SPC 391  
 – Durchführung 394  
 SQL 182, 184  
 Stabsabteilung 32  
 Stakeholder 22  
 Stammarbeitsplan 191  
 Stammdaten 169  
 Stammdaten *siehe auch Terminierungsparameter* 287, 296, 317, 319, 325, 358  
 Standard-Durchlaufzeit *siehe Terminierungsparameter* 325

- Standard-Kapazitäten *siehe Terminierungsparameter* 326
- Standardprozess 225
- Standardteilemanagement 306
- Standortplanung 226
- Star-Produkte 106
- Statistical Process Control (SPC) 391
- Stellenbeschreibung 30
- STEP 136 f., 156
- stochastische Bedarfsermittlung 296, 301
- Structured Query Language 182, 184
- Strukturdimensionierung 231
- Strukturentwicklung 231
- Struktur-Stückliste 161
- Strukturstufe (eines Produkts) 146
- Strukturverwendungsnachweis 164
- Stückliste 151, 157
- auftragsbezogen 159
  - auftragsneutral 158
  - Bedarfsermittlungsstückliste 194
  - Montagestückliste 194
- Stücklistenformen 159
- Stücklistensatz 157
- Stücklistenstruktur 159
- Stücklistenverarbeitung 194
- Stückzahlcharakter 43
- Suchfeld (für neue Produkte) 110 f.
- Sukzessivplanung *siehe auch Planungsansatz* 327, 331 f.
- Supply Chain Management 244 f.
- Supportprozess 35
- synchronisierte Produktionsprozesse 307
- Syndikat 41
- synergetische Fabrikplanung 230
- synthetische Zeitermittlung 205
- Systemlieferanten 311
- Systemtheorie 23
- Szenariotechnik 68
- T**
- Taktstraßenmontage 53
- Target Costing 124
- technische Angebotsplanung 290
- technische Wertigkeit 122
- technische Zeichnung 150
- Technologieattraktivität 224
- Technologiekompetenz 224
- Technologieplanung 224
- Technologieportfolio 224
- teilautonome Arbeitsgruppe 49, 57
- Teilefamilienfertigung 47
- Terminabweichung 260
- Terminbedarf 294, 304
- Terminformel 261
- Terminierungsparameter 325
- Bestand 348
  - Durchlaufzeit 283, 287, 300 f., 325 f., 345, 348, 352, 358
  - Kapazität 287, 326, 352, 358
  - Losgröße 358
- Terminkennlinie 263
- Terminkreis 325, 353 f.
- Termintoleranz 261
- Termintreue 260 f., 334
- Termintreuekennlinie 263
- Termin- und Kapazitätsplanung 284, 324
- Tertiärbedarf 294
- Teufelskreis des Variantenmanagements 107
- Theory of Constraints 344
- Total Quality Management 366
- Toyota-Produktionssystem 58 f.
- TQM 374
- Tracing 407
- Tracking 407
- Transferstraßen 51
- Trichterformel 256
- Trichtermodell 252, 254
- Trust 41
- Typen-Stückliste 163
- U**
- Übergangszeit 257 f.
- Umgebung des Arbeitsplatzes 238
- Umlaufbestand 255
- Umschlaghäufigkeit 317
- Umweltrecht 96
- Unfallverhütungsvorschriften 91
- Unikatfertigung 43
- Unternehmen, Funktionen 24 f.
- Unternehmensführung 79 f.
- Aufgabenbereiche 80
- Unternehmensgrundsätze 66
- Unternehmensidentität 81
- Unternehmen *siehe auch Produktionsunternehmen* 24
- Unternehmenskultur 79
- Unternehmensplanung 65
- mittelfristig 69
  - Regelkreis 66
- Unternehmenspotenzial 110

- Unternehmenszusammen-  
 schlüsse  
 – Formen 39  
 Unternehmen, Umfeld 22  
 Ursache-Wirkungs-  
 Diagramm 383
- V**
- Variantenerzeugnisse 163  
 Variantenfertigung 43  
 Variantenkonstruktion 129  
 Variantenliste 163  
 Variantenmanagement  
 108, 148  
 – Teufelskreis 107  
 Variantenplanung 195  
 Varianten-Stückliste 163  
 Veränderungsmanagement  
 86  
 Verbesserungsansätze  
 (logistisch) 265, 269,  
 276  
 Verbrauchsstrukturen 302  
 Verbundbauweise 148  
 Verbund-Nummernsystem  
 170  
 Verbundnummernsysteme  
 169  
 Verfahrensanweisungen  
 371  
 Verfügbarkeitsprüfung 337  
 Verhaltensbeurteilung 89  
 Verkaufgruppen 149  
 Verkettung  
 – elastisch 46  
 – starr 46  
 Verrichtungsprinzip 44  
 Verteilzeit 206  
 Vertragslager 307  
 Verweildauer 317
- Verwendungsnachweis  
 160, 164  
 vierte industrielle Revo-  
 lution 63  
 Virtuelles Unternehmen  
 40  
 Vordruckzeichnungen 152  
 Vorgabezeit 205, 207, 257  
 Vorgabezeittabellen 208  
 Vorlaufverschiebung 300  
 Vorlaufzeit 300 f., 316  
 Vormontagegruppe 149  
 Vorratsaufträge 287  
 Vorratsbeschaffung 298,  
 306  
 Vorrichtungsplanung 217
- W**
- Wandlungsbefähiger 228  
 Wandlungsfähigkeit 42,  
 228  
 Warenannahme 313  
 Werkbankprinzip 46  
 Werkstattfertigung 44  
 Werkstattprogrammierung  
 215  
 Werkstattsteuerung 286  
 Werkstattsteuerungssystem  
 286  
 Werkstücksystematik 173  
 Wettbewerbsstrategie 104  
 Wiederbeschaffungszeit  
 270, 316  
 Wiederholfertigung 43  
 Wiederholkonstruktion 129  
 Wiederholplanung 195  
 Wirkmodell (logistisch)  
 252  
 wirtschaftliche Beschaf-  
 fungsmenge 309
- wirtschaftliche Bestell-  
 menge 317, 321  
 wirtschaftliche Bewertung  
 122  
 wirtschaftliche Lebensdauer  
 101  
 wirtschaftliche Losgröße  
 322  
 Workflow 30, 139  
 Workflow-System 139
- X**
- X-Artikel 298  
 XYZ-Analyse 298
- Y**
- Y-Artikel 298
- Z**
- Z-Artikel 298  
 Zeichnungsprüfung 189  
 Zeichnungssatz 151  
 Zeichnungssysteme 151 f.  
 Zeitpuffer siehe Sicher-  
 heitszeit 275  
 Zertifizierung 382  
 Zertifizierungsaudit 382  
 Zielkonflikt (in der Logistik)  
 246, 265  
 Zielformulierung 68  
 Zielsystem 68  
 Zugangskurve (in der  
 Montage) 274  
 Zusammenbauzeichnung  
 131, 151, 197  
 Zuverlässigkeit 260  
 Zweitparteien-Audit 382