

Uwe Dombrowski
Philipp Krenkel *Hrsg.*

Ganzheitliches Produktions- management

Strategischer Rahmen und
operative Umsetzung



Ganzheitliches Produktionsmanagement

Uwe Dombrowski • Philipp Krenkel
Hrsg.

Ganzheitliches Produktionsmanagement

Strategischer Rahmen und operative
Umsetzung

Hrsg.

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

Philipp Krenkel
HOFFMANN Maschinen- und
Apparatebau GmbH
Lengede, Deutschland

ISBN 978-3-662-62451-7 ISBN 978-3-662-62452-4 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-62452-4>

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 GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2021

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 allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

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. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Lektorat: Thomas Zipsner

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Geleitwort

Internet der Dinge, neue Geschäftsmodelle, Urbanisierung, Mobilitätswandel oder Servicefokussierung sind nur einige Herausforderungen, denen produzierende Unternehmen heute gegenüberstehen. Nicht nur für Zulieferer hat sich hierbei der Wettbewerb intensiviert. Dabei wird deutlich, dass die industriellen Herausforderungen immer technischer werden. Zwei aktuelle Beispiele: In zuvor einfachsten Produkten steigt der wertmäßige Anteil an Elektronik und Software rasant. Darüber hinaus sieht aktuell alles danach aus, dass wir in den kommenden Jahren eine zunehmend gemischte Mobilität mit Elektro- und Hybridfahrzeugen aber vor allem auch weiterhin Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor haben werden. Die damit verbundenen technischen Herausforderungen haben große Auswirkungen auf das gesamte Unternehmen. Entwicklungsprojekte erfordern heute ein integriertes, interdisziplinäres und agiles Handeln. Vor allem muss jedoch eine parallelisierte Technologieentwicklung erfolgen, um auf diversifizierte Kundenansprüche und neue Entwicklungen vorbereitet zu sein. Natürlich hat dies ebenfalls entsprechende Auswirkungen auf die Produktionssysteme. Denn die Parallelisierung von Technologieentwicklungen wirkt sich zwangsläufig auf die Investitionen innerhalb der Fertigung und Montage aus. Trotzdem müssen negative Auswirkungen auf die Rentabilität und eine verspätete Technologieumsetzung vermieden werden. Auch auf die Mitarbeiter wirken sich die neuen Herausforderungen aus. In zunehmendem Maße ist es in den letzten Jahren wichtiger geworden, die Kreativität und die individuellen Kompetenzen der Mitarbeiter in Unternehmensprozesse einfließen zu lassen.

Insgesamt wird deutlich, dass ein Umdenken in den heutigen Produktentstehungs- und Auftragsabwicklungsprozessen und damit im Produktionsmanagement erfolgen muss. Die MAN Truck & Bus SE wurde deshalb in den vergangenen Jahren zunehmend ein Ort kreativer, innovativer und kompetenzbasierter Wertschöpfung. Ohne strategischen Rahmen und integrierte Betrachtung von Produktentstehung und Auftragsabwicklung wäre es nicht möglich, den beschriebenen Herausforderungen im Alltag zu begegnen. Dabei ist es wichtig, die strategischen und operativen Maßnahmen bewusst und stringent zu verknüpfen und immer die ganzheitliche Sichtweise zu berücksichtigen.

Die aktuellen und zukünftigen Handlungsfelder des Produktionsmanagements greift das vorliegende Buch auf. Es ist ein umfassendes Rahmenwerk, das Orientierung in den

vielfältigsten Fragestellungen des heutigen Produktionsmanagements gibt. Trotzdem darf, insbesondere im permanenten Wandel, nicht vergessen werden, sich immer wieder auf die Grundlagen zu besinnen. Die damit verbundenen grundlegenden Handlungsfelder des Produktionsmanagements werden ebenfalls praxisgerecht und umfassend beschrieben. Zusammenfassend ist diese ganzheitliche Betrachtung des Produktionsmanagements ein wertvoller Begleiter im hektischen Alltag.

München, Juli 2021

Michael Kobriger
Mitglied des Vorstandes der MAN Truck & Bus SE
Bereich Produktion & Logistik

Vorwort

Anfang der 90er-Jahre wurde durch das Buch von Womack/Jones/ Roos „Die zweite Revolution in der Autoindustrie“ deutlich, welche enormen Wettbewerbsvorteile die japanische Automobilproduktion, allen voran Toyota, gegenüber dem Rest der Welt aufgebaut hat. Bis Ende der 80er-Jahre war man in Deutschland stolz, durch hohe Automatisierungsgrade in Fertigung und Montage sich Wettbewerbsvorteile verschafft zu haben. Aber im Vergleich zum Toyota-Produktionssystem (TPS) mussten wir feststellen, dass die meisten Unternehmen fast ausschließlich in die technologische Entwicklung der Automatisierungstechnik investiert hatten, um den Kostenfaktor Mensch zu reduzieren oder gar zu eliminieren. Von den sogenannten drei kritischen Erfolgsfaktoren „Technologie, Organisation und Mensch“ waren die beiden letztgenannten nicht im Fokus der Unternehmen. Dagegen hat das TPS den Menschen als wichtigste Ressource eines Unternehmens in den Mittelpunkt gestellt, dann die Organisation und zuletzt die Technologie (Low Cost Automation). Die Prozessorganisation löste die Funktionsorganisation ab. Der KVP (Kontinuierlicher Verbesserungsprozess) und das Lean Leadership, die Führung von Mitarbeitern im Gegensatz zum Managen, trat in den Fokus. Diesen Paradigmenwechsel in deutschen Unternehmen zu vollziehen, hat mehr als zwei Jahrzehnte gedauert und teilweise dauert dieser Change Prozess noch an.

In Deutschland hat die Produktionswissenschaft das TPS weiterentwickelt, zu einem so genannten „Ganzheitlichen Produktionssystem“. Spätestens mit Erscheinen der VDI-Richtlinie 2870 sind Ganzheitliche Produktionssysteme (GPS) zum Industriestandard geworden. Heute und schon gar nicht in Zukunft kann sich kaum ein produzierendes Unternehmen leisten, auf die Vorteile eines GPS zu verzichten. In der Durchgängigkeit von Zielen über Prozesse hin zu Gestaltungsprinzipien, Methoden und Werkzeugen liegt eine wichtige Voraussetzung für den anhaltenden Erfolg von GPS. Die produktionswissenschaftliche Weiterentwicklung hat die Voraussetzungen geschaffen, das GPS zum unternehmensweiten Lean Enterprise auszubauen. In der VDI-Richtlinie 2872 wird das Ganzheitliche Unternehmenssystem (Lean Enterprise System) thematisiert, indem die Prinzipien des bisherigen GPS auf andere Unternehmensbereiche übertragen werden. Dabei rückt eine verschwendungsarme Koordination an den Schnittstellen zwischen den Bereichen in den Fokus, um Unternehmensziele unter Einbindung verschiedener Interessengruppen und unter Anwendung von Lean Prinzipien effizient und effektiv zu erreichen.

Durch die vierte industrielle Revolution und Elektromobilität sowie den Klimawandel stehen insbesondere die Automobilhersteller und deren Zulieferer vor enormen Herausforderungen. Hier geht es um die Entwicklung neuer Technologien, wie z. B. Künstliche Intelligenz, aber auch um neue Werkstoffe und Fertigungs- und Montageverfahren. Die ganzheitliche Sichtweise ist notwendig, damit „Das Neue“ integraler Bestandteil des Bisherigen wird. Eine erfolgreiche Implementierung von Applikationen der Industrie 4.0 ohne Prozessorganisation und ohne das Ganzheitliche Produktionssystem sowie dem Lean Enterprise wird nur schwer oder gar nicht gelingen. Zusammenfassend ist das ganzheitliche Produktionsmanagement ein entscheidender Wettbewerbsfaktor zur Herstellung diversifizierter, kundenindividueller Produkte, wobei eine Vielzahl an Handlungsfeldern zu berücksichtigen sind.

Die Idee zu diesem Buch entstand aus der Notwendigkeit, dass bestehende Literatur vornehmlich das operative Produktionsmanagement fokussiert, ohne auf den strategischen Rahmen und die Verknüpfung zur operativen Umsetzung einzugehen. Eine fehlende strategische Betrachtung kann schwerwiegende Folgen für produzierende Unternehmen haben. Ohne strategischen Rahmen können bspw. das Technologiemanagement, die Personalführung oder elementare Industriestandards wie Lean Development und Lean Production nicht erfolgreich umgesetzt werden.

Vor diesem Hintergrund ist es das Ziel des Buches, die umfassenden Aufgaben des Produktionsmanagements, ausgehend von der Ausarbeitung einer Produktionsstrategie und der entscheidenden Verknüpfung zur operativen Umsetzung und Verbesserung, praxisgerecht und ganzheitlich zu beschreiben. Ergänzend erhält der Leser theoretisch fundiert beschriebene Einblicke in aktuelle Weiterentwicklungen des Produktionsmanagements.

Eine ganzheitliche Betrachtung des Produktionsmanagements erfordert viele Blickwinkel. Daher hat es uns sehr gefreut, dass so viele versierte Autorinnen und Autoren aus der Industrie zu jedem theoretischen Kapitel einen Praxisbeitrag geleistet haben. Ohne die vielen verschiedenen Sichtweisen wäre das Buch dem Anspruch der Ganzheitlichkeit nicht gerecht geworden.

Darüber hinaus gab es viele Helfer, die an der Manuskripterstellung und -korrektur beteiligt waren. Besonders möchten wir uns hier bei Frau Bernadette Kolb bedanken. Ebenfalls danken wir Herrn Thomas Lehnert, Frau Ulrike Butz und Herrn Thomas Zipsner vom Springer-Verlag für die stets angenehme und professionelle Zusammenarbeit.

Wir hoffen Sie gewinnen beim Lesen interessante Einblicke und neue Erkenntnisse. Sollten Sie Anregungen oder Korrektur- und Verbesserungsvorschläge haben, möchten wir Sie ermuntern, uns diese mitzuteilen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
	U. Dombrowski, P. Krenkel und M. Hermann	
2	Strategisches Produktionsmanagement	19
	U. Dombrowski, P. Krenkel und C. Löffler	
3	Handlungsfelder des Produktionsmanagements	89
	S. Anders, H. Biedermann, Y. Dix, U. Dombrowski, K. Franz, A. Gemeiner, U. Gerkens, T. Hoffmann, P. Huke, C. Intra, H. Knake, P. Krenkel, M. Meeser, T. Mielke, H. Nottbohm, F. Nyhuis, D. Opritescu, K. Patzelt, T. Rennemann, T. Richter, J. Wullbrandt und T. Zahn	
4	Weiterentwicklungen des Produktionsmanagements	515
	J. Deuse, U. Dombrowski, M. Hermann, A. Karl, P. Krenkel, A. Reiswich, T. Richter, M. Schade, J. Schmitt, T. Stefanak und J. Wullbrandt	
	Stichwortverzeichnis	599

Abkürzungsverzeichnis

BAuA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
API	Application Programming Interface
AR	Augmented Reality
BCG	Boston Consulting Group
BDE	Betriebsdatenerfassung
BKT	Betriebskalendertage
BMAS	Bundesministerium für Arbeit und Soziales
BOA	Belastungsorientierte Auftragsfreigabe
BSC	Balance Score Card
BIM	Building Information Modelling
CAMI	Canadian-American-Manufacturing Inc.
CBU	Completely-Built-Up
CEN	Comité Européen de Normalisation
CETA	Comprehensive Economic and Trade Agreement
CPS	Cyber-physisches System
CIM	Computer Integrated Manufacturing
CIM	Règles uniformes concernant le contrat de transport international ferroviaire des marchandises
CIRP	College International pour la Recherche en Productique
CKD	Completely Knocked Down
CMMS	Computerized Maintenance Management System
CMR	Convention relative au Contrat de transport international des marchandises par route
COS	Chrysler Operating System
CPFR	Collaborative Planning Forecasting and Replenishment
CPS	Cyberphysische Systeme
CRISP	Cross Industry Standard Process
DFA	Design for Assembly
DFE	Design for Environment
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen

DGQ	Deutsche Gesellschaft für Qualität e. V.
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
DF	Digitale Fabrik
DFL	Design for Logistics
DFM	Design for Manufacturing
DFS	Design for Service
DIN	Deutsches Institut für Normung
DM	Data Mining
DV	Datenverarbeitung
EG	Europäische Gemeinschaft
EN	European Norm
EU	Europäische Union
ERP	Enterprise Resource Planning
F&E	Forschung und Entwicklung
FBL	Negotiable FIATA Multimodal Transport Bill of Lading
FCFS	First-come-first-serve
FCR	Forwardes Certificate of Receipt
FFT	Frühester Fertigstellungstermin
FIATA	Fédération internationale des associations de transitaires et assimilés
FIFO	First-in-first-out
FLT	Frühester Liefertermin
FTS	Fahrerloses Transportsystem
GGB	Größte Gesamtbearbeitungszeit
GPS	Ganzheitliche Produktionssysteme
HMD	Head-Mounted-Display
IaaS	Infrastructure as a Service
ID	Identifikation und Dokumentation
IFU	Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung (Technische Universität Braunschweig)
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
IMVP	International Motor Vehicle Program
IoT	Internet of Things
IP	Internet Protocol
ISO	International Organization for Standardization
IT	Informationstechnik
JIT	Just-in-Time
JIS	Just-in-Sequence
KBM	Knowledge Based Maintenance
KDD	Knowledge Discovery in Databases
KDID	Knowledge Discovery in Industrial Databases
KGB	Kürzeste Gesamtbearbeitungszeit
KLT	Kleinladungsträger

KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KOZ	Kürzeste Operationszeit
KPI	Key performance indicator
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
LDS	Lean Development System
LED	Leucht emitting diodes
LIFO	Last-in-last-out
LJF	Longest job first
LMM	Leitmerkmalmethode
LOZ	Längste Operationszeit
LKW	Lastkraftwagen
MDE	Maschinendatenerfassung
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MKD	Medium-Knocked-Down
MNPS	MAN Nutzfahrzeuge Produktionssystem
MOT	Mensch – Organisation – Technik
MPS	Mercedes-Benz Produktionssystem
MRP	Manufacturing Resource Planning
MTM	Methods-Time Measurement
MVP	Minimum Viable Product
NUMMI	New United Motor Manufacturing Inc.
OEM	Original Equipment Manufacturer
PaaS	Plattform as a Service
PBM	Performance Based Maintenance
PCA	Principal Component Analysis
PDCA	Plan – Do – Check – Act
PDM	Produktdatenmanagement
PEP	Produktentstehungsprozess
PLM	Product Lifecycle Management
POC	Proof of Concept
POS	Point of Sale
PPS	Produktionsplanung und -steuerung
OEE	Overall Equipment Effectiveness
QFD	Quality Funktion Deployment
QM	Qualitätsmanagement
QR	Quick Response
RDDP	Request for Design Development Proposal
REFA	Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation
RFID	Radio-frequency identification
ROCE	Return on Capital Employed
SaaS	Software as a Service
SC	Supply Chain

SCM	Supply Chain Management
SCOR	Supply-Chain-Operations-Reference
SKD	Semi-Knocked-Down
SMART	Spezifisch – Messbar – Attraktiv – Realistisch – Termingebunden
SOA	Serviceorientierten Architektur
SOP	Start of Production
SRM	Supplier Relationship Management
SUV	Sports Utility Vehicle
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
SZ	Schlupfzeit-Regel
TA	Technische Anleitung
TBE	Bearbeitungsende
TBEV	Bearbeitungsende Vorgänger
TKAP	Tageskapazität
TPDS	Toyota Product Development Systems
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Toyota Production System
TQM	Total Quality Management
TRA	Rüstanfang
USA	United States of America
UVPG	Umweltverträglichkeitsprüfung
VDA	Verband der Automobilindustrie
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VM	Virtuelle Maschine
VR	Virtual Reality
WGA	Wassergefährdungsklasse
WZ	Warte- und Liegezeit
ZAU	Auftragszeit
ZBA	Bearbeitungszeit
ZDF	Durchführungszeit
ZDL	Durchlaufzeit
ZL	Zwischenlager
ZR	Rüstzeit
ZUE	Übergangszeit

Über die Herausgeber

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe Dombrowski, Studium des Maschinenbaus mit der Vertiefungsrichtung Produktionstechnik an der FH Hamburg und an der Universität Hannover. 1987 Promotion zum Dr.-Ing. bei Prof. Wiendahl am Institut für Fabrikanlagen (IFA) der Universität Hannover. Danach 12-jährige Tätigkeit in leitenden Positionen der Medizintechnik und der Automobilindustrie. 2000 erfolgte die Berufung zum Universitätsprofessor an die Technische Universität Carola Wilhelmina zu Braunschweig und die Ernennung zum Geschäftsführenden Leiter des Instituts für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung (IFU). Schwerpunkte seiner Lehr- und Forschungstätigkeit sind Fabrikplanung und Arbeitswissenschaft, Ganzheitliche Produktionssysteme und After Sales Service. Seit 2005 ist er Mitglied und seit 2011 Vizepräsident der European Academy for Industrial Management der europäischen Hochschullehrer-Vereinigung für dieses Fachgebiet. Seit 2007 ist er Vorsitzender des VDI-Fachausschusses FA 201 Ganzheitliche Produktionssysteme und in zahlreichen Beiräten vertreten sowie Mitveranstalter mehrerer Fachkongresse. 2014 ist er zum DGNB-Auditor für das Nutzungsprofil Quartiere/Industriestandorte ernannt worden. Er hat über 500 nationale und internationale Publikationen und ist Herausgeber sowie Autor von 9 Fachbüchern. 2019 erhielt er in Würdigung seines langjährigen Engagements im Fachbereich „Fabrikplanung und -betrieb“ der VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik die Herwart-Optiz-Ehrenmedaille des VDI. Seit 2002 ist Prof. Dombrowski Gesellschafter Geschäftsführer der IAP GmbH in Braunschweig.

Dr.-Ing. Philipp Krenkel, Studium des Maschinenbaus mit der Vertiefungsrichtung Produktions- und Systemtechnik an der Technischen Universität Braunschweig. Anschließend 5-jährige Tätigkeit an der Technischen Universität Braunschweig als wissenschaftlicher Mitarbeiter und zuletzt als Akademischer Rat und Stellvertretender Geschäftsführender Leiter des Instituts für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung (IFU) sowie Promotion zum Dr.-Ing. bei Prof. Dombrowski. Seit 2019 ist er Technischer Leiter und Mitglied der Geschäftsleitung der Firma HOFFMANN Maschinen- und Apparatebau GmbH in Lengede.



U. Dombrowski, P. Krenkel und M. Hermann

Die Bedingungen von produzierenden Industrieunternehmen haben sich in den vergangenen Jahrzehnten signifikant verändert. Wettbewerbsvorteile sind in der heutigen Zeit oft nur noch temporär, es entstehen oft innerhalb kurzer Zeit neue Absatzmärkte, während gerade noch aktuelle Absatzmärkte rasch wieder verschwinden. Kunden haben diversifizierte und spezifische Produktanforderungen, wodurch das Produktangebot und die Variantenvielfalt für die Unternehmen kontinuierlich zugenommen haben. Es ist erforderlich, mit unterschiedlichen Produktgruppen unterschiedliche Märkte zu bedienen. Insgesamt ergeben sich daraus völlig neue Anforderungen an die Produktionsstrategien, da oft eine anpassungsfähige Wettbewerbsstrategie zu verfolgen ist. Dazu ist die permanente Produkt- und Prozessinnovation zu einer zwangsläufigen Voraussetzung zum Auf- und Ausbau von Wettbewerbsvorteilen geworden. Dies erfordert ein deutlich stringenteres Verfolgen von Ressourcen und Fähigkeiten durch ein entsprechendes Produktionsmanagement.

Der Produktionssektor hat nach wie vor einen besonderen Stellenwert für die gesamte Volkswirtschaft. Der Anteil des produzierenden Gewerbes (ohne Baugewerbe) machte in 2019 in Deutschland laut statistischem Bundesamt etwa 24 Prozent des Bruttoinlandsproduktes aus (Statistisches Bundesamt 2020). Ein intakter und innovativer Produktionsstandort ist damit ein entscheidender Faktor für die Entwicklung von Wohlstand und Wirtschaft. Nicht umsonst streben viele Länder eine ähnlich starke Rolle des produzierenden Gewerbes an. Im Vergleich zum Großteil anderer europäischer Industrienationen hat der

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

P. Krenkel (✉)
HOFFMANN Maschinen- und Apparatebau GmbH, Lengede, Deutschland

M. Hermann
Wolfsburg, Deutschland

Produktionssektor in Deutschland eine besonders starke Position. Er ist in besonderem Maße wettbewerbsfähig und wird diese weiter ausbauen.

Trotz des hohen Anteils an der Gesamtwirtschaftsleistung eines Landes zeigt sich, dass die Produktion für Unternehmen zur Schaffung von Wettbewerbsvorteilen oft eine eher untergeordnete Rolle spielt (Westkämper und Löffler 2016). Viel häufiger erfolgt eine Ausrichtung der Produktion anhand kurzfristiger Erfordernisse am Markt. Diese reaktive Haltung der Produktion beschränkt sich auf das Erfüllen und Erreichen von Plandaten und Vorgaben anderer unternehmensinterner Funktionsbereiche (Moos 2009; Freibichler 2006; Voss 1992; Hill 1992). Ein Beispiel hierfür ist die Vorgabe über die zu produzierenden Produkte oder die Vorgabe über Investitionen und Desinvestitionen aufgrund von finanziellen Überlegungen (Moos 2009). Daraus folgt, dass der Beitrag der Produktion zum Unternehmenserfolg zumeist auf eine hohe Effizienz, d. h. die Reduzierung der negativen Effekte, reduziert wird (Foschiani 1995). Es verwundert daher auch nicht, dass die Umsetzung einer proaktiven Rolle der Produktion zur Gestaltung von Wettbewerbsvorteilen in den Unternehmen nur gering fortgeschritten ist (Gagnon 1999). Dies ist gefährlich, da nur die industrielle Produktion und nicht der Service die Beschäftigung langfristig sichern kann (Friedli 2006).

Soll die Produktion als strategische Ressource gesehen werden, durch welche Wettbewerbsvorteile erhalten oder aufgebaut werden, ist ein strategisches Produktionsmanagement notwendig. Dieses beeinflusst die Unternehmensstrategie proaktiv, in welche die Produktionsstrategie integriert ist und mit den anderen Funktionsbereichsstrategien koordiniert wird (Dombrowski et al. 2016).

Dazu muss die Produktion zahlreiche interne und externe Wandlungstreiber berücksichtigen und proaktiv ein Vorgehen zur Reaktion auf diese entwickeln. **Externe Wandlungstreiber** sind vom Markt getrieben und entstehen durch Turbulenzen im Umfeld des Unternehmens (Zahn und Westkämper 2009; Westkämper und Löffler 2016). Sie betreffen wirtschaftliche, technische und politisch-rechtliche Umweltaspekte (Westkämper und Löffler 2016). Wirtschaftliche Wandlungstreiber beziehen sich auf die Veränderungen von Kunden, Wettbewerbern sowie Arbeits- und Finanzmärkten. Außerdem ist die Veränderung von Nachfrage- und Wettbewerbsstrukturen den wirtschaftlichen Wandlungstreibern zuzuordnen. Technische Wandlungstreiber betreffen neue Technologien oder relevante technologische Errungenschaften. Zudem sind politisch-rechtliche Wandlungstreiber externer Herkunft (Westkämper und Löffler 2016).

Innerbetriebliche Veränderungen in Produktionsunternehmen, wie bspw. Auftragschwankungen, personelle Veränderungen der Unternehmensführung oder der Einsatz neuer Technologien, erfordern eine innerbetriebliche Wandlungsfähigkeit. Hierbei können unterschiedliche **interne Wandlungstreiber** unterschieden werden, welche sich auf Produkte, Fähigkeiten, Ressourcen oder die innere Organisation beziehen. In Bezug auf Produkte können sowohl neue Varianten als auch die Änderung der Produktionsmenge die Produktion zur Anpassung zwingen. Zudem können Veränderungen der unternehmensinternen Fähigkeiten vorgegeben werden. Hierbei können Veränderungen in Bezug auf die Personalstruktur, die Unternehmenskultur oder das Technologieportfolio Wandlungstreiber

der Produktion sein (Stowasser und Jeske 2015; Zahn und Westkämper 2009). Letztlich gehören auch die Veränderungen der betrieblichen Ressourcen, wie Personal, Infrastruktur, Kapazität oder Betriebsmittel sowie die Änderung der Organisationsform zu dem Bereich der internen Wandlungstreiber (Westkämper und Löffler 2016).

Die genannten und in Abb. 1.1 dargestellten internen und externen Wandlungstreiber machen deutlich, dass zur Reaktion auf diese ein ganzheitliches Produktionsmanagement erforderlich ist. So ist die erfolgreiche Adaption der Produktion auf die Wandlungstreiber im wesentlichen Maße davon abhängig, inwieweit entsprechende Wandlungsbefähiger vorhanden sind und aufgebaut werden (Westkämper und Löffler 2016). Dieses Buch soll Verantwortlichen aus der Produktion Methoden und Werkzeuge an die Hand geben, um Maßnahmen abzuleiten und die Produktion strategisch wettbewerbsfähig auszurichten.

Vor diesem Hintergrund untergliedert sich dieses Buch in vier Hauptkapitel.

Im ersten Kapitel werden die Wandlungstreiber des Produktionsmanagements durch eine nähere Betrachtung der Megatrends sowie die Rolle der Produktion zur wettbewerbsfähigen Ausrichtung eines Unternehmens detailliert aufgearbeitet.

Das zweite Kapitel fokussiert das strategische Produktionsmanagement. Wesentlich sind dabei der Prozess zur Entwicklung einer Produktionsstrategie und die allgemeinen Inhalte der Produktionsstrategie.

Das dritte Kapitel beinhaltet die verschiedenen Handlungsfelder, um der ganzheitlichen Aufgabe des Produktionsmanagements gerecht zu werden. Damit erfolgt eine Trennung zur Produktionsstrategie, indem die jeweiligen Handlungsfelder die operative Umsetzung fokussieren.

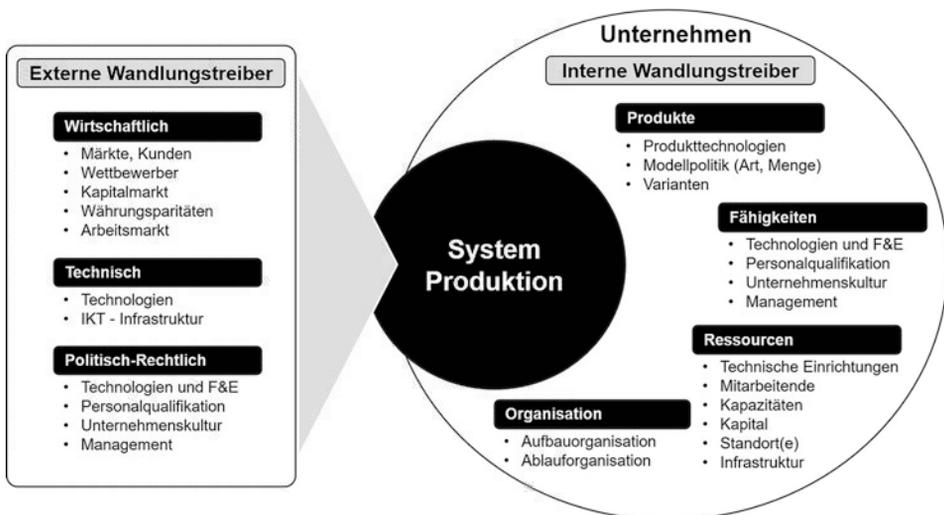


Abb. 1.1 Wandlungstreiber der Produktion (Westkämper und Löffler 2016)

Das vierte Kapitel beschreibt die Weiterentwicklungen des Produktionsmanagements. Dabei werden in dem Kapitel die Rolle der Organisation, der Technik und des Menschen gleichermaßen berücksichtigt.

1.1 Megatrends beeinflussen die Produktion

U. Dombrowski, P. Krenkel und M. Hermann

Die genannten Kategorien von Wandlungstreibern werden maßgeblich durch die Megatrends beeinflusst, welche das Umfeld produzierender Unternehmen ständig verändern. Wesentlich sind dabei der Wandel vom Verkäufer- zum Käufermarkt, die zunehmende Globalisierung, die rückläufige Marktentwicklung in vielen Branchen sowie das gewachsene ökologische Bewusstsein der Kunden. In den vergangenen Jahren nahm hierdurch die Komplexität für produzierende Unternehmen stetig zu. Sinkende Losgrößen durch kundennindividuelle und länderspezifische Produkte, kürzer werdende Produktlebenszyklen und ein zunehmender internationaler Wettbewerb sind nur einige Folgen, die daraus resultierten (Foschiani 1995; ElMaraghy et al. 2013; Waltl und Wildemann 2014; Dombrowski et al. 2014). Als Reaktion hierauf gewinnen die Digitalisierung und die Vernetzung der Produktionsprozesse eine wettbewerbsentscheidende Rolle.

Zur Ableitung von Anforderungen an eine Produktionsstrategie und der sich daraus ergebenden Ausgestaltung der Handlungsfelder werden vielfach Megatrends herangezogen. John Naisbitt, der die Megatrendforschung seit dem Jahr 1984 prägt, definiert Megatrends als besonders tiefgreifende und nachhaltige Trends, die große gesellschaftliche, ökonomische, politische und technologische Veränderungen betreffen. Im Vergleich zu kurzfristigen Mode- und Konsumtrends haben Megatrends eine Wirkkraft die sich meist langsam über mehrere Jahrzehnte erstreckt (Westkämper und Löffler 2016; Naisbitt und Aburdene 1990; Aburdene 2007; Horx 2011; Tisch et al. 2014). Im Genauen können Megatrends anhand bestimmter Kriterien von anderen Trends abgegrenzt werden. Abb. 1.2 zeigt die von Horx definierten Kriterien eines Megatrends sowie deren Beschreibung (Horx 2011). Hierbei stellt das Kriterium Ubiquität deutlich heraus, dass Megatrends weitreichende Folgen haben, beispielweise auf den Konsum und die Art des Produzierens. Erkennen Unternehmen die sich hieraus ergebenden weitreichenden Herausforderungen, können sie diesen erfolgreich begegnen.

1.1.1 Zusammenfassung der Megatrends

U. Dombrowski, P. Krenkel und M. Hermann

Anpassung an Umweltveränderungen ist für Unternehmen der Schlüssel zum Erfolg. Ohne eine stark ausgeprägte Anpassungsfähigkeit hat heutzutage ein Unternehmen kaum

Kriterien	Beschreibung
Langfristigkeit	Ein Megatrend hat eine Wirksamkeit über mehrere Jahrzehnte, dabei erstreckt sich dieser meistens über ein Jahrhundert.
Verwurzelung	Megatrends reichen bis an den Ursprung der Menschheitsgeschichte zurück. Durch aktuelle Veränderungen
Ubiquität und Komplexität	Ein Megatrend hat Auswirkungen auf alle Lebensbereiche, er ist „allgegenwärtig“ und entwickelt Signifikanten in Konsum, Ökonomie, Lebenswelt etc.
Globalität	Megatrends besitzen immer eine globale Tendenz und betreffen somit die ganze Welt gleichermaßen.
Robustheit	Unabhängig von Veränderungen behalten Megatrends ihre Wirkung, so dass ihre Trendlinie unverändert bleibt.
Langsamkeit	Megatrends entwickeln sich langsam, dabei liegt die Standardgeschwindigkeit bei einem Prozent pro Jahr.
Paradoxalität	Insbesondere die Nicht-Linearität ist das Wesentliche Kriterium eines Megatrends.

Abb. 1.2 Kriterien eines Megatrends (Horx 2011)

Aussicht auf langfristigen Erfolg (Dombrowski et al. 2013). Dabei ist es für Unternehmen zwingend erforderlich, Veränderungen der Umwelt frühzeitig zu erkennen und diesen zielgerichtet zu begegnen. Unternehmen sind hierdurch in der Lage, schneller als der Wettbewerb auf Veränderungen zu reagieren, wodurch sich Wettbewerbsvorteile ergeben können. Entscheidend ist hierbei das Erkennen von Megatrends.

Mittlerweile gibt es eine Vielzahl von Studien, die sich mit dem Thema Megatrends beschäftigen und gleichermaßen eine Fülle an verschiedenen identifizierten Megatrends. Diese fokussieren je nach Autor unterschiedliche Schwerpunkte, beschreiben im Wesentlichen aber zumeist dieselbe Thematik. Zusammenfassend lassen sich fünf Megatrends gruppieren. Dabei handelt es sich um die „Individualisierung und Flexibilisierung“, den „Demografischen Wandel“, die „Globalisierung“, den „Klimawandel und die Ressourcenverknappung“ sowie die „Technologie und Innovation“.

- 1. Individualisierung und Flexibilisierung:** Menschen streben zunehmend nach Einzigartigkeit und Differenzierung (Horx 2011). Im Gegensatz zu früher bezieht das Individuum seine Stärke weniger aus den Institutionen Kirche, Staat und Familie, sondern geht zu neuen individuellen Treibern über. Die Individualisierung bringt damit eine erhöhte Wertevielfalt mit sich, sodass es zu einem Wertewandel in der Gesellschaft kommt (Heß 2008). Ähnlich individuell verändern sich die Konsummuster. Neue Technologien erlauben das Identifizieren individueller Kundenwünsche und zeigen auf, wo die Produkte erhältlich sind (PricewaterhouseCoopers LLP 2007). Dementsprechend wird zukünftig auch eine neue Stufe der Individualisierung erreicht, die sich durch Mikro- statt Massenmärkte auszeichnet (Heß 2008). Außerdem kommt es zu neuen Mobilitätsmustern, die sich beispielsweise durch eine digitale Vernetzung des Verkehrs

oder neue Fahrzeugkonzepte kennzeichnen (Bullinger 2012). Ein weiterer Aspekt dieses Megatrends ist der zunehmende Wunsch nach Selbsterfüllung und -entfaltung in der beruflichen Karriere (Hay Group 2011; PricewaterhouseCoopers LLP 2007). Dies ist insbesondere durch die sich annähernden Erwerbsquoten männlicher und weiblicher Arbeitnehmer notwendig (Gerster et al. 2008), was eine individualisierte, lebensphasenorientierte Personalpolitik erforderlich macht (Hay Group 2011; Szebel Habig 2010). Durch diesen Wandel der Arbeitswelt werden Arbeitsverhältnisse deutlich flexibler. Neue Organisations- und Führungskonzepte oder kollaborative Arbeitsformen werden Einzug halten (Heß 2008).

2. **Demografischer Wandel:** Der demografische Wandel beschreibt die Veränderung der Gesellschaft. So beschreiben verschiedene Quellen den Anstieg der Weltbevölkerung aufgrund der steigenden durchschnittlichen Lebenserwartung (Horx 2011; Roland Berger Strategy Consultants GmbH 2011) und Geburtenboom in den Entwicklungsländern (Siemens Schweiz AG 2007). Im Ergebnis wird die Weltbevölkerung auf 8,3 Milliarden Menschen zunehmen (Roland Berger Strategy Consultants GmbH 2011). Dieser Trend ist allerdings nicht überall in der Welt zu erkennen. Während die Bevölkerungen in Entwicklungsländern boomen, kommt es in den westlichen Ländern zu einer Stagnation oder Abnahme. (Hay Group 2011) Für eine gleichbleibende Bevölkerung ist nach der United Nations (UN) eine Geburtenrate von etwa 2,1 Kindern je Frau notwendig. Für die Welt hat sich diese Zahl von 4,45 Kindern je Frau zwischen 1970 und 1975 auf 2,52 zwischen 2005 und 2010 reduziert. In Europa lag die durchschnittliche Geburtenrate im Zeitraum 1970–1975 bei 2,17 Kindern je Frau, im Zeitraum 2005–2010 dagegen nur noch bei 1,53 (United Nations: Department of Economic and Social Affairs: Population Division 2011). In Deutschland kommt es neben der zunehmenden Alterung der Gesellschaft zu einer Abnahme der Anzahl an Erwerbspersonen (Gerster et al. 2008). So sinkt in der deutschen Bevölkerung der Anteil der unter 20-Jährigen, während der Anteil der über 59-Jährigen steigt. Insbesondere die sinkende Geburtenrate einhergehend mit dem Anstieg der Lebenserwartung hat einen erheblichen Einfluss auf den demografischen Wandel in Deutschland (Knauth et al. 2009). In Folge der steigenden Lebenserwartung, der medizinischen Versorgung und des materiellen Wohlstandes steigt der Wunsch nach Erhaltung und Optimierung der Gesundheit. Damit gewinnt das Thema Gesundheit für zukünftige Produkte und Dienstleistungen an Bedeutung (Heß 2008; Amlan et al. 2010). Neben den Herausforderungen im Bereich der Medizin resultieren aus den demografischen Entwicklungen weitere in den Bereichen Umweltschutz, Verkehr sowie Sozialversicherungen (Siemens Schweiz AG 2007).
3. **Globalisierung:** Im Allgemeinen „lässt sich Globalisierung als die raum-zeitliche Ausdehnung sozialer Praktiken über staatliche Grenzen, die Entstehung transnationaler Institutionen und die Diffusion kultureller Muster beschreiben.“ Durch den steigenden Wohlstand der Schwellenländer wird die Globalisierung zunehmend beschleunigt (Kalkbreier et al. 2009). Durch die Stärkung der „BRIC-Staaten“ (Brasilien, Russland, Indien, China) und der „Next Eleven“ (Ägypten, Bangladesch, Indonesien, Iran, Mexiko, Nigeria, Pakistan, Philippinen, Südkorea, Türkei, Vietnam) werden neue Märkte

entstehen, welche für die Wirtschaft und den Handel von Interesse sind (Roland Berger Strategy Consultants GmbH 2011). Durch die wohlhabendere und wachsende Mittelschicht in den Schwellenländern erhöht sich das verfügbare Einkommen und somit die Nachfrage nach differenzierenden und hochwertigen Produkten (Kalkbreier et al. 2009; Keating et al. 2010). Verstärkt wird die Globalisierung durch den beschriebenen Anstieg der Weltbevölkerung. So lebten bereits im Jahr 2007 mehr Menschen in Städten als auf dem Land (Siemens Schweiz AG 2007). Bis zum Jahr 2030 werden neue Megastädte für bis zu 2 Milliarden Menschen entstehen (Hay Group 2011). Hierdurch ergibt sich eine neue politische Weltordnung. Asiatische Länder steigen zu Weltmächten auf, während sich die westlichen Demokratien in der Krise befinden (Heß 2008). Das führt zu neuen strategischen Allianzen und Strukturen, die von Unternehmen zu berücksichtigen sind (Hay Group 2011).

4. **Klimawandel und Ressourcenverknappung:** Der Klimawandel ist vor allem durch die globale Erderwärmung und die Gefährdung des Ökosystems beschrieben (Roland Berger Strategy Consultants GmbH 2011; Bundesministerium für Umwelt 2008). Es wird ein Temperaturanstieg um bis zu 6,5 °C prognostiziert, der regelmäßige Unwetter, Dürreperioden und den Anstieg des Meeresspiegels um etwa einen halben Meter zur Folge haben wird (Heß 2008). Ursache ist vor allem der zunehmende Ressourcenverbrauch, der dem massiven Anstieg der Konsumentenanzahl in den Industrie- und Schwellenländer zuzuschreiben ist (Kalkbreier et al. 2009; Amlan et al. 2010; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMU) 2011). Neben dem erheblichen Anstieg an CO₂-Emissionen hat der weltweit zunehmende Verbrauch eine Reduzierung verfügbarer Ressourcen zur Folge (Kalkbreier et al. 2009; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMU) 2011). Viele Ressourcenquellen kommen damit an ihre Grenzen (Hay Group 2011). Die Ressourcenverknappung betrifft hierbei Energie, Wasser und andere Rohstoffe, wie beispielsweise einige Metalle (Roland Berger Strategy Consultants GmbH 2011; Bundesministerium für Umwelt 2008) Dementsprechend wird es unter anderem eine wichtige Aufgabe sein, Wasser in ausreichender Menge zu einem fairen Preis aufbereiten und anbieten zu können (Roland Berger Strategy Consultants GmbH 2011; Siemens Schweiz AG 2007; Bundesministerium für Umwelt 2008). Auch am Beispiel des steigenden Strombedarfs werden zukünftige Herausforderungen deutlich, da dieser im Jahr 2009 noch zum Großteil aus fossilen Energien wie Kohle, Gas oder Öl gedeckt wurde (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMU) 2011). Da für die nächsten 20 Jahre die Internationale Energieagentur (IEA) einen Anstieg des Energieverbrauchs um mehr als ein Drittel prognostiziert (International Energy Agency (IEA) 2012), werden hier deutliche Handlungsfelder sichtbar (Roland Berger Strategy Consultants GmbH 2011; Kalkbreier et al. 2009; Amlan et al. 2010).
5. **Technologie und Innovation:** Der Megatrend Technologie und Innovation zielt auf die zunehmende Technologieverbreitung und die Auswirkungen von Innovationen auf das tägliche Leben ab. Die wesentlichen Innovationen der nächsten Jahre sind allerdings

nur schwer vorhersehbar, können aber das private und unternehmerische Leben dramatisch verändern. So werden Technologien für einen größeren Personenkreis zugänglich und neue Technologien erfahren eine schnellere Annahme durch die Nutzer (Kalkbreier et al. 2009). Zudem kommt es zu einer zunehmenden Verkürzung der Produktlebenszyklen (Roland Berger Strategy Consultants GmbH 2011). Verwertbare Kenntnisse komplexer Technologien werden in Zukunft Schlüsselkompetenzen und damit Wettbewerbsfaktor für Unternehmen sein, auch in nicht-technischen Bereichen (Hay Group 2011). Gerade auch im Zuge der Globalisierung versuchen aufstrebende Entwicklungsländer internationale Führungspositionen bei wichtigen Technologien zu erreichen. Diesem globalen Wettbewerb müssen Unternehmen durch Innovationen entgegenreten (Heß 2008). Als unbestrittenen Trend können die Miniaturisierung von Produkten, die Verbreitung der Nanotechnologie aber auch die Gentechnik und Biotechnologie gesehen werden (Roland Berger Strategy Consultants GmbH 2011; Heß 2008; Kalkbreier et al. 2009). Eine zunehmend wichtige Rolle werden aber auch die Vernetzung elektronischer Systeme zu einer intelligenten Umgebung und die Robotik haben (Roland Berger Strategy Consultants GmbH 2011; Heß 2008). Um diese zukünftigen Herausforderungen zu meistern, gewinnt die Zusammenarbeit mit externen Partnern noch mehr an Bedeutung (IBM Deutschland GmbH 2012).

1.1.2 Auswirkungen der Megatrends auf die Produktion

U. Dombrowski und P. Krenkel

Aus den Megatrends ergeben sich vielschichtige Auswirkungen auf die Produktion, die im Nachfolgenden erörtert werden.

1. Individualisierung und Flexibilisierung:

Durch den Megatrend der Individualisierung und Flexibilisierung müssen sich Entwicklungszeiten verkürzen, um der steigenden Anzahl an Entwicklungsprojekten gerecht zu werden. Produkte sind in kurzer Zeit und kundenspezifisch zu entwickeln. Um diesen Veränderungen gerecht zu werden, ist eine verstärkte Kooperation zwischen den Produktionsbereichen anzustreben. Auf diese Weise kann schnell und kundenindividuell entwickelt und gefertigt werden. Darüber hinaus kann die Integration externer Partner zur Innovationsbeschleunigung und zur Verkürzung von Entwicklungszeiten beitragen. Interdisziplinäre Produktionsprozesse sind entsprechend integrierend und simultan zu gestalten sowie durch durchgängige Informations- und Kommunikationstechnologien zu unterstützen. Darüber hinaus können die Standardisierung und Modularisierung (bspw. in Form von Produktionsbaukästen und Plattformstrategien) die Entwicklungsprozesse vereinfachen. Auch sind Wissen und Kompetenzen wesentliche Einflussfaktoren der Innovationsgeschwindigkeit im produzierenden Unternehmen. Dazu sind ein geeignetes Wissensmanagement und qualifizierte Beschäftigte erforder-

lich (Abele und Reinhart 2011). Auch kann sich die Nähe eines Entwicklungsstandortes zu einem Innovationszentrum/-lab positiv auf die Innovationsfähigkeit und -geschwindigkeit auswirken (Meyer-Krahmer 2003). Aufgrund der Individualisierung besteht die Herausforderung der Fertigung, innerhalb kurzer Zeit wechselnde kleine Lose unterschiedlicher Produktvarianten zu fertigen (Abele und Reinhart 2011). Hieraus ergeben sich häufige Produktionsanläufe, die aufgrund einer zunehmenden Funktionsintegration viele Fachdisziplinen beinhalten. Innerhalb der Produktherstellung sind häufige Umrüstvorgänge effizient umzusetzen, um die Prozessstabilität zu gewährleisten (Abele und Reinhart 2011). Zur Unterstützung des Anlaufmanagements und der Verbesserung der Effizienz der Rüstvorgänge ist die Produktionstechnik wandlungsfähig auszugestalten (Krebs et al. 2011; Abele und Reinhart 2011). Um die Komplexität aus einer hohen Variantenvielfalt und häufigen Produktionsanläufen zu reduzieren, konzentrieren sich viele Unternehmen auf Kernkompetenzen. Dementsprechend kommt einem wandlungsfähigen Lieferantennetzwerk und einer entsprechenden Lieferantenentwicklung oft eine große Rolle zu (Abele und Reinhart 2011). Insgesamt stellt die Bewältigung von Informationsumfang und -vielfalt zukünftig eine Herausforderung für Produktionsunternehmen dar (Abele und Reinhart 2011). Weitere Chancen bietet der intensive Austausch zwischen Wirtschaft und Universitäten/Hochschulen (Tisch et al. 2014).

2. Demografischer Wandel:

Der demografische Wandel gewann in den vergangenen Jahren in Deutschland zunehmend an Bedeutung. Eine kontinuierlich steigende Lebenserwartung und die Auswirkungen einer niedrigen Geburtenrate sind hierfür kennzeichnend. Dies wirkt sich einerseits auf die Entwicklung der Bevölkerung im Erwerbsalter und damit auf den Mangel an jungen Fachkräften aus (Abele und Reinhart 2011). Insgesamt stehen Unternehmen damit vor der Herausforderung, auf eine alternde Belegschaft zu reagieren. In diesem Zusammenhang gewinnt der Aspekt des betrieblichen Gesundheitsmanagements zunehmend an Bedeutung. Aufgabe der Unternehmen ist es, die Leistungsfähigkeit der Beschäftigten über die gesamte Lebensarbeitszeit auszubauen oder wenigstens zu erhalten. Ein bedeutendes Handlungsfeld bildet in diesem Zusammenhang die alter(n)sgerechte Arbeitsgestaltung. Dies ist bereits bei der Gestaltung von Produktions- bzw. Arbeitssystemen und damit im Rahmen Ganzheitlicher Produktionssysteme (VDI 2870-1 2012) zu berücksichtigen. Dazu sind Methoden und Werkzeuge der alter(n)sgerechten Arbeitsgestaltung in der Struktur der Ganzheitlichen Produktionssysteme zu verankern (Dombrowski et al. 2012, 2018b).

3. Globalisierung:

In den letzten Jahren verfestigten sich zunehmend die global verteilten Produktionsstrukturen (Abele und Reinhart 2011). Gründe für eine Verlagerung von Produktionsstandorten oder die Suche nach internationalen Lieferanten sind vielschichtig. Dies können bspw. Lohnkostenvorteile, die Nähe zu (neuen) Absatzmärkten oder der Zugang zu Innovationen und Ressourcen sein (Abele und Reinhart 2011; Kinkel und Maloca 2008). Meist gilt es bei einer global verteilten Produktion abzuwägen, inwieweit Kern-

kompetenzen geschützt werden müssen und Flexibilitäts-, Kosten- oder Qualitätseinbußen zu befürchten sind (Abele und Reinhart 2011). In der jüngeren Vergangenheit zwingen jedoch zunehmend mehr Länder zu entsprechenden Mindestproduktionsmengen (Krugman und Obstfeld 2009). Hier kann dann oft nur eine Verlagerung von Produktionsstandorten oder der Aufbau einer CKD-Fertigung verfolgt werden. Durch die globale Verteilung von Produktionsaktivitäten kommt es zu einer zunehmenden Komplexität und Schnittstellen (Abele und Reinhart 2011). Von besonderer Relevanz sind hierbei dementsprechend die Standardisierung von Entwicklungs- und Fertigungsprozessen, um ein unternehmensweites Qualitätsniveau sicherzustellen. Eine nicht zu unterschätzende Herausforderung im Zuge der Globalisierung ist die erforderliche Zusammenarbeit internationaler Beschäftigter (Abele und Reinhart 2011). Fremdsprachen, interkulturelle Kompetenzen und kontinuierliches Lernen werden für Beschäftigte in global agierenden Produktionsunternehmen wichtiger (Abele und Reinhart 2011). Auch führt die Globalisierung zu einem Wettbewerb zwischen den Unternehmen um hochqualifizierte Fachkräfte (Abele und Reinhart 2011).

4. **Klimawandel und Ressourcenverknappung:**

Zuletzt erhöhte sich unter anderem der weltweite Ausstoß an CO₂ und führte zu einer kontinuierlichen Verstärkung des Treibhauseffektes und damit zu einer Veränderung des Klimas (vgl. Rothenbücher 2011). Aufgrund der umfassenden negativen Auswirkungen eines Klimawandels entwickelte das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMUB) im Jahr 2008 die „Deutsche mittelfristige Anpassungsstrategie an die Folgen des Klimawandels“ (Bundesregierung 2008). Ergänzend besteht der „Aktionsplan Anpassung“ mit dem Ziel, die Berücksichtigung der Klimawandelrisiken in den Unternehmensprozessen anzuregen (vgl. Nagel 2011). Mit dem so genannten Klimaschutzplan 2050 wird eine treibhausgasneutrale Zukunft Deutschlands angestrebt (Dombrowski et al. 2018a). Auch ist durch den zunehmenden globalen Ressourcenverbrauch die Verfügbarkeit von Energie und bestimmten Rohstoffen in der Zukunft nicht sicher (Fresner et al. 2014). Dies kann besonders prekär werden, wenn auf neue Technologien reagiert werden soll, die mit einem veränderten Bedarf an seltenen Rohstoffen einhergehen. Zusammenfassend ist festzuhalten: Der Ressourcen- und Energieverbrauch ist durch die produzierenden Industrieunternehmen umfassend zu reduzieren. Sowohl das Produkt als auch der Prozess haben energie- und ressourcenschonend zu sein. Bei (Weiter-)Entwicklungen sind dementsprechend Produkt- und Prozesstechnologien mit nachhaltigem Rohstoff- und Energieumgang zu fokussieren. In diesem Zusammenhang sind auch Möglichkeiten des Recyclings sowie der sekundären Rohstoffnutzung am Ende des Produktlebenszyklus auszuschöpfen (Neugebauer 2017; Abele und Reinhart 2011).

5. **Technologie und Innovation:**

Für viele Unternehmen ist die permanente Produkt- und Prozessinnovation zu einer zwangsläufigen Voraussetzung zum Auf- und Ausbau von Wettbewerbsvorteilen innerhalb eines turbulenten Unternehmensumfeldes geworden (Dombrowski et al. 2013). Zur Realisierung dieser Produkt- und Prozessinnovation sind spezifische Produkt- und

Prozesstechnologien notwendig (Dombrowski et al. 2013). Zur Auswahl und (Weiter-) Entwicklung von Technologien ist ein systematisches Technologiemanagement erforderlich (Abele und Reinhart 2011). Dabei ist festzustellen, dass der Innovations- und Entwicklungsprozess in den vergangenen Jahren zunehmend komplexer wurde (Abele und Reinhart 2011). Dies hängt insbesondere mit der oft gestiegenen Produktkomplexität zusammen. Aufgrund der zunehmenden Individualisierung des Produktangebots und einer Internationalisierung des Wettbewerbs ist die technologische Innovationsgeschwindigkeit maßgeblich gestiegen. Einerseits resultiert eine gestiegene Vielfalt an Produktvarianten. Andererseits bestehen innovative Produkte aus einer weitaus stärkeren Zunahme elektronischer Komponenten und der zugehörigen „embedded software“ (Mechatronik) (Eigner 2017). Weitergehend werden Methoden der Künstlichen Intelligenz bzw. des Maschinellen Lernens zunehmend wichtiger. Diese sind in der Lage, mithilfe spezifischer Lernprozesse Zusammenhänge in bestehenden Datensätzen zu erkennen, um darauf aufbauend Vorhersagen verschiedener Arten treffen zu können (Buxmann und Schmidt 2019). Eine besondere Herausforderung stellt hierbei die Etablierung von Prozessen und Vorgehensmodellen für die disziplinübergreifende Entwicklung von Produkten und Systemen dar (Eigner 2017). Denn in vielen Projekten sind zur Entwicklung innovativer Technologien viele Fachdisziplinen zu integrieren (Abele und Reinhart 2011). Dabei verändert sich auch die Situation am Arbeitsplatz durch ein erforderliches vernetztes Arbeiten an komplexen, multidisziplinären Systemen (Abele und Reinhart 2011). Dies hat Folgen für die Organisation der Produktentstehungsprozesse. Beispiele sind die Forschung und Entwicklung an mehreren Innovationszentren, um auf Veränderungen der heterogenen Märkte schnell reagieren zu können (Meyer-Krahmer 2003) oder die gestiegene Relevanz einer agilen Organisation (Baltes und Freyth 2017). Hierunter kann die Fähigkeit verstanden werden, sich schnell, flexibel und kontinuierlich an komplexe, dynamische und unsichere Umweltbedingungen anzupassen (Baltes und Freyth 2017). Eine besondere Unterstützung können hierbei Wertschöpfungspartnerschaften bieten, um den Megatrends zu begegnen (Abele und Reinhart 2011). Chancen bieten vor allem auch Kooperationen mit Dienstleistungsunternehmen, sodass technologische Produkte in Kombination mit unterstützendem Service angeboten werden (Abele und Reinhart 2011). Zusammenfassend zeigt sich immer wieder, dass Kooperationen zwischen Industrie und Wissenschaft für alle Beteiligten einen besonderen Mehrwert darstellen (Abele und Reinhart 2011).

1.2 Die Produktion als Wettbewerbsfaktor

U. Dombrowski und P. Krenkel

Produktionsunternehmen sind dazu aufgefordert, ganzheitlich zu agieren, da der Wandel durch die Megatrends alle Bereiche des Unternehmens betrifft. Es ist notwendig, die eingeschlagenen strategischen Stoßrichtungen einzelner Bereiche stets im Einklang mit der

übergeordneten Unternehmensstrategie zu treffen. Insgesamt ist festzustellen, dass es nicht mehr genügt, die Produktion nur anhand von kurzzyklischen Effektivitätszielen zu steuern und anzupassen (Samson 1991; Bellgran und Säfsten 2010; Skinner 1986). Zusätzlich wird die Relevanz der Produktion für die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens und damit für langfristige strategische Entscheidungen innerhalb der Produktion deutlich. Die Produktion ist ein strategischer Wettbewerbsfaktor, durch den sich Unternehmen von den Wettbewerbern differenzieren können (Waltl und Wildemann 2014; Blecker und Kaluza 2004; Foschiani 1995).

Um den speziellen Anforderungen, die dieses strategische Produktionsmanagement mit sich bringt, gerecht zu werden, ist ein zielorientiertes ganzheitliches Produktionsmanagement notwendig. Zu berücksichtigen sind dabei das strategische, taktische und operative Produktionsmanagement.

Die Abb. 1.3 zeigt, wie sich die Relevanz der industriellen Produktionsprozesse in den vergangenen dreißig Jahren erheblich verändert hat. In den siebziger Jahren hatten die Produktionsprozesse aus strategischer Sicht ein geringeres Gewicht in der Gesamtstrategie des Unternehmens. Der Produktionsprozess musste laufen und wurde im Wesentlichen als Kostenverursacher betrachtet. In den achtziger Jahren, angeregt durch die Erfolge japanischer Unternehmen, wurden Wettbewerbsvorteile durch eine innovative Produktionsorganisation gesucht. Es wurden Konzepte wie Simultaneous Engineering, Just in Time, Gruppenarbeit oder kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP) in der Praxis umgesetzt. Darüber hinaus wurde die strategische Bedeutung der Produktion langsam bewusst

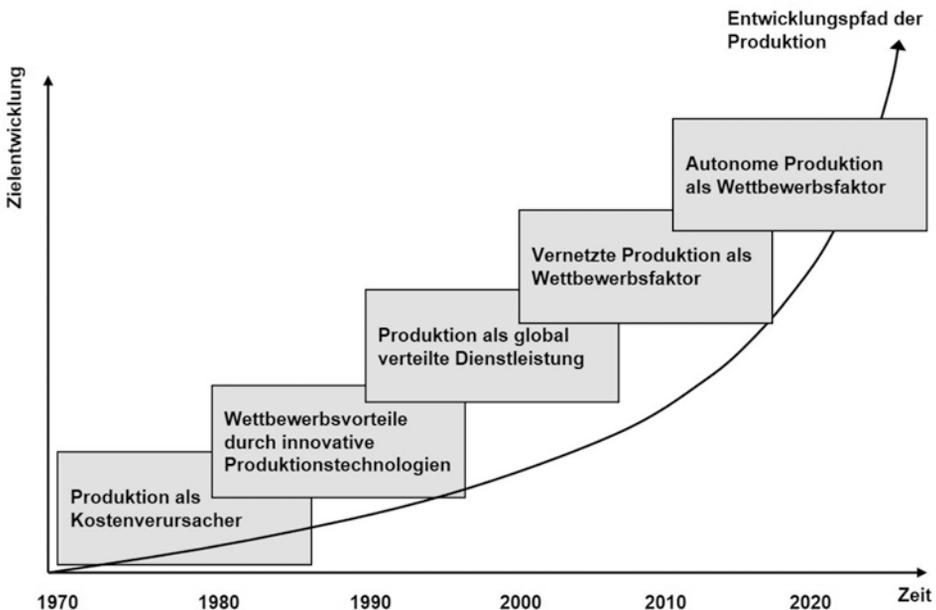


Abb. 1.3 Entwicklungslinie der Produktionsstrategischen Zielsetzungen nach (Schneider 2000)

und daher zunehmend als strategischer Erfolgsfaktor erkannt und zielgerichtet entwickelt. Durch die Förderung einer prozessorientierten Sichtweise setzte sich dieser Trend in den neunziger Jahren fort. Diese Entwicklung wurde durch eine wachsende Tendenz zur Ressourcenorientierung in Unternehmen unterstützt. Hierbei werden in Unternehmen einzigartige, strategisch wertvolle Ressourcen entwickelt, die ein Alleinstellungsmerkmal gegenüber dem Wettbewerb darstellen. So hatte zum Beispiel der Einrichtungskonzern IKEA einen wesentlichen Erfolgsfaktor generiert, als sie zerlegbare Möbel konstruierten, die in flachen Kartons für jedermann transportierbar waren. Auf diese Weise werden Ressourcen zu strategisch wertvollen Erfolgsfaktoren entwickelt.

Das derzeitige Jahrtausend ist durch eine fortschreitende Internationalisierung gekennzeichnet, die eine prozessorientierte Organisation über die bestehenden Unternehmensgrenzen hinweg erfordert. Außerdem wird der Produktionsbegriff heutzutage so definiert, dass neben den direkten Fertigungsprozessen auch die vor- und nachgelagerten indirekten Produktionsabläufe integriert sind.

Die Produktionsunternehmen erleben momentan einen tiefgreifenden Wandel. Dieser wird durch zwei wesentliche Eigenschaften charakterisiert, die wie Druck- und Zugkräfte auf die Produktion wirken und neue Herausforderungen an das Unternehmen stellen, wie in Abb. 1.4 dargestellt ist. Zurzeit stellen Marktveränderungen größere und neue Herausforderungen an die Produktion. Diese Marktveränderungen sind durch stärkere Nachfragedifferenzierungen, kürzere Produktlebenszyklen, wachsende Kundenanforderungen und einem

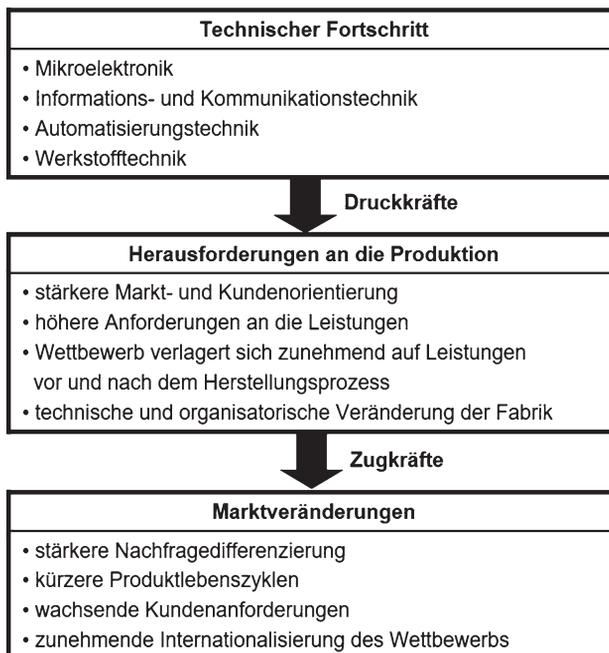


Abb. 1.4 Druck- und Zugkräfte im Wandel der Produktion (Zahn und Huber-Hoffmann 1990)

zunehmenden internationalen Wettbewerb geprägt. Die Produktion soll jedoch ihrer neuen strategischen Rolle bei der Gewinnung und Sicherung von Wettbewerbsvorteilen gerecht werden und sich vor allem schnell an Marktbedingungen und Kundenanforderungen anpassen. Aufgrund der zunehmenden Verlagerung des Wettbewerbs auf Leistungen vor und nach dem Herstellungsprozess sind neue Kompetenzen gefragt. Diese Kompetenzen in Form von Beratungen und Dienstleistungen bezüglich Design, Konstruktion, Einsatz von Produkten, Reorganisation und Automatisierung von Prozessen sowie in Form von Beratung bei der Einführung eines Umweltmanagements sollen eine bessere Kundenorientierung und Kundenbindung ermöglichen. Während die Marktveränderungen die Produktion zwingen neue Wege zu gehen, liefert der technische Fortschritt durch die Mikroelektronik sowie die Informations- und Kommunikationstechnik Mittel zur Bewältigung dieser Wege. Darüber hinaus wirken die Druck- und Zugkräfte im Wandel der Produktion gemeinsam und selbstverstärkend (Zahn und Huber-Hoffmann 1990).

Literatur

- Abele E, Reinhart G (2011) Zukunft der Produktion: Herausforderungen, Forschungsfelder, Chancen. Carl Hanser, München
- Aburdene P (2007) Megatrends 2010: the rise of conscious capitalism. Hampton Roads Pub Co Inc, Charlottesville
- Amlan R et al (2010) Megatrends: demographics. Credit Suisse, Zürich, S 1–50
- Baltes G, Freyth A (2017) Die radikal neuen Anforderungen unserer Zeit und die Konsequenz für Veränderungsarbeit. In: Baltes G, Freyth A (Hrsg) Veränderungsintelligenz: Agiler, innovativer, unternehmerischer den Wandel unserer Zeit meistern. Springer Gabler, Wiesbaden
- Bellgran M, Säfsten K (2010) Production development: design and operation of production systems. Springer, London
- Blecker T, Kaluza B (2004) Produktionsstrategien – ein vernachlässigtes Forschungsgebiet? In: Braßler A, Corsten H (Hrsg) Entwicklungen im Produktionsmanagement. Franz Vahlen, München, S 5–21
- Bullinger H-J (2012) Leben und Arbeiten in der Stadt von morgen. Max-Syrbe-Kolloquium – Anthropomatik und Automatisierung Fraunhofer Gesellschaft, Karlsruhe
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, (BMU) (2008) Megatrends der Nachhaltigkeit: Unternehmensstrategie neu denken. s.n, Berlin, S 8–10
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMU) (2011) Erneuerbare Energien: Innovationen für eine nachhaltige Energiezukunft. s.n, Berlin, S 9–14
- Bundesregierung (2008) Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Vom Bundeskabinett am 17. Dezember 2008 beschlossen. s.n., Berlin
- Buxmann P, Schmidt H (2019) Grundlagen der Künstlichen Intelligenz und des Maschinellen Lernens. In: Buxmann P, Schmidt H (Hrsg) Künstlichen Intelligenz: Mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg. Springer Gabler, Berlin
- Dombrowski U, Hellmich E-M, Mielke T (2012) Alter(n)sgerechte Arbeitsgestaltung mit Ganzheitlichen Produktionssystemen. ZWF 107(12):944–948
- Dombrowski U, Krenkel P, Ebentreich D (2013) Erfolgsfaktoren zur strategischen Anpassungsfähigkeit. ZWF 108(11):860–863

- Dombrowski U, Krenkel P, Ebentreich E (2014) Adaptability within a variant serial production. In: ElMaraghy H (Hrsg) Variety management in manufacturing: proceedings of the 47th CIRP conference on manufacturing systems. Elsevier, Windsor, S 124–129
- Dombrowski U, Intra C, Zahn T, Krenkel P (2016) Manufacturing strategy – a neglected success factor for improving competitiveness. In: Research and innovation in manufacturing: key enabling technologies for the factories of the future – proceedings of the 48th CIRP conference on manufacturing systems, Bd 41. Ischia, Italy, S 9–14
- Dombrowski U et al (2018a) Einleitung. In: Dombrowski U, Marx S (Hrsg) KlimaIng – Planung Klimagerechter Fabriken. Springer, Berlin
- Dombrowski U, Reimer A, Wullbrandt J (2018b) An approach for the integration of non-ergonomic work design as a new type of waste in lean production systems. In: Nunes IL (Hrsg) Advances in human factors and systems interaction: proceedings of the AHFE 2017 international conference on human factors and system interactions reimer. Springer International Publishing, Florida, S 9–19
- Eigner M (2017) Ausgangssituation. In: Eigner M, Koch W, Muggeo C (Hrsg) Modellbasierter Entwicklungsprozess cybertronischer Systeme: Der PLM-unterstützte Referenzentwicklungsprozess für Produkte und Produktionssysteme. Springer, Berlin
- ElMaraghy H et al (2013) Product variety management. CIRP Ann Manuf Technol 62(2):629–652
- Foschiani S (1995) Strategisches Produktionsmanagement: Ein Modellsystem zur Unterstützung produktionsstrategischer Entscheidungen. Europäischer Verlag der Wissenschaften, Frankfurt am Main
- Freibichler W (2006) Competitive Manufacturing Intelligence: Systematische Wettbewerbsanalyse zur Entscheidungsunterstützung im strategischen Produktionsmanagement der Automobilindustrie, 1. Aufl. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden
- Fresner J, Bürki T, Sittel H (2014) Ressourceneffizienz in der Produktion: Kosten senken durch Cleaner Production. Symposium Publishing GmbH, Düsseldorf
- Friedli T (2006) Technologiemanagement: Modelle zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit. Springer, Berlin
- Gagnon S (1999) Resource-based competition and the new operations strategy. Int J Oper Prod Manag 19(2):125–138
- Gerster F et al (2008) Arbeitswelt 2030. Stabsabteilung, Friedrich Ebert Stiftung, Bonn, S 1–30
- Hay Group (2011) Building the new leader: leadership challenges of the future revealed. Hay Group, Philadelphia, S 1–11
- Heß W (2008) Ein Blick in die Zukunft acht Megatrends, die Wirtschaft und Gesellschaft verändern. Allianz Dresdner Economic Research, München, S 1–30
- Hill TJ (1992) Incorporating manufacturing perspectives in corporate strategy. In: Voss CA (Hrsg) Manufacturing strategy: process and content. Chapman & Hall, London, S 3–12
- Horx M (2011) Das Megatrend-Prinzip – Wie die Welt von morgen entsteht. Deutsche Verlags-Anstalt, München
- IBM Deutschland GmbH (2012) Führen durch Vernetzung: Ergebnisse der Global Chief Executive Officer (CEO) Study. IBM Corporation, New York, S 44
- International Energy Agency (IEA) (2012) World Energy Outlook 2012: Zusammenfassung. OECDE/AIE, Paris, S 1
- Kalkbreier L et al (2009) Megatrends: sustainability. Credit Suisse AG, Zürich, S 1–30
- Keating G et al (2010) Megatrends: multipolar world. Credit Suisse AG, Zürich, S 1–54
- Kinkel S, Maloca S (2008) FuE-Verlagerungen ins Ausland – Ausverkauf deutscher Entwicklungskompetenz? Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Karlsruhe
- Knauth P, Elmerich K, Karl D (2009) Risikofaktor demografischer Wandel. Generationsvielfalt als Unternehmensstrategie. Symposium Publishing GmbH, Düsseldorf, S 18

- Krebs M et al (2011) Standardisierung im wandlungsfähigen Produktionssystem Einfluss der Prozess- und Ressourcenstandardisierung auf die Wandlungsfähigkeit. ZWF 106(12):912–917
- Krugman PR, Obstfeld M (2009) Internationale Wirtschaft: Theorie und Politik der Außenwirtschaft, 8. Aufl. Pearson, München
- Meyer-Krahmer F (2003) Lead-Märkte und Innovationsstandorte. In: Warnecke H-J, Bullinger H-J (Hrsg) Kunststück Innovation: Praxisbeispiele aus der Fraunhofer-Gesellschaft. Springer, Berlin
- Moos C (2009) Komplexität, Flexibilität und Erfolg als Herausforderungen marktorientierter Fertigungsstrategien. In: Strohhecker J, Größler A (Hrsg) Strategisches und operatives Produktivitätsmanagement: Empirie und Simulation, 1. Aufl. Gabler, Wiesbaden, S 47–70
- Nagel A (2011) Der Aktionsplan Anpassung zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Wasser Abfall 13(7–8):10–13
- Naisbitt J, Aburdene P (1990) Megatrends 2000 – Zehn Perspektiven für den Weg ins nächste Jahrtausend. ECON, Düsseldorf
- Neugebauer R (2017) Ressourceneffizienz: Schlüsseltechnologien für Wirtschaft und Gesellschaft. Springer, Berlin
- PricewaterhouseCoopers LLP (2007) Managing tomorrow's people: the future of work to 2020. s.n, London, S 1–34
- Roland Berger Strategy Consultants GmbH (2011) Trend compendium 2030. Roland Berger Strategy Consultants GmbH, München, S 1–145
- Rothenbücher T (2011) Globaler Klimawandel. Ursachen, Folgen, Handlungsmöglichkeiten, 3., überarb. Aufl., Neuaufl. Aufl. Germanwatch, Bonn/Berlin
- Samson D (1991) Manufacturing and operations strategy. Prentice Hall, New York
- Schneider H (2000) Produktionsmanagement in kleinen und mittleren Unternehmen. Schäffer-Poeschel, Stuttgart
- Siemens Schweiz AG (2007) Globale Megatrends und ihre Wachstumschancen: Die Welt von morgen gemeinsam gestalten. Siemens Schweiz AG, Zürich, S 1–27
- Skinner W (1986) The productivity paradox. Harv Bus Rev 64(4):55–59
- Statistisches Bundesamt, Stat (2020) Bruttoinlandsprodukt, Rechenstand: 25.02.2020. s.n, Wiesbaden
- Stowasser S, Jeske T (2015) Arbeitswelt der Zukunft. In: Schlick C (Hrsg) Arbeit in der digitalisierten Welt. Beiträge der Fachtagung des BMBF. Campus, Frankfurt am Main
- Szebel Habig A (2010) Was passiert in unserer globalisierten Welt? Megatrends in der Arbeitswelt. Kongress Mixed Leadership: mit hochqualifizierten Frauen in die Führung. Hochschule Luzern, Luzern, S 1–35
- Tisch M et al (2014) Innovative Ansätze zur Kompetenzentwicklung für die Produktion der Zukunft. ZWF 109(9):587–590
- United Nations: Department of Economic and Social Affairs: Population Division (2011) World population prospects: the 2010 revision. United Nations, New York, S 11 (Bd I: Comprehensive Tables)
- VDI 2870-1 (2012) VDI 2870-1: Ganzheitliche Produktionssysteme – Grundlagen, Einführung und Bewertung. VDI – Verein Deutscher Ingenieure e.V./Beuth, Berlin
- Voss CA (1992) Manufacturing strategy formulation as a process. In: Manufacturing strategy: process and content, 1. Aufl. Chapman & Hall, London, S 121–132
- Waltl H, Wildemann H (2014) Modularisierung in der Produktion in der Automobilindustrie. TCW Transfer-Centrum GmbH & Co. KG, München
- Westkämper E, Löffler C (2016) Strategien der Produktion. Technologien, Konzepte und Wege in die Praxis, 1. Aufl. Springer, Berlin