

Günther Pawellek

Ganzheitliche Fabrikplanung

Grundlagen, Vorgehensweise,
EDV-Unterstützung



 Springer

VDI

Ganzheitliche Fabrikplanung

Günther Pawellek

Ganzheitliche Fabrikplanung

Grundlagen, Vorgehensweise,
EDV-Unterstützung

 Springer

Prof. Günther Pawellek
TU Hamburg-Harburg
Inst. Logistik und Unternehmensführung
Schwarzenbergstr. 95
21073 Hamburg
Deutschland
pawellek@tuhh.de

ISBN 978-3-540-78402-9 (Hardcover)
ISBN 978-3-642-32550-2 (Softcover)

e-ISBN 978-3-540-78403-6
DOI 10.1007/978-3-540-78403-6

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

© 2008 Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Softcover 2013

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk- sendung, der Mikroverfilmung oder Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Ver- vielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten waren und daher von jedermann benutzt werden dürften. Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Einbandgestaltung: WMXDesign GmbH, Heidelberg

Gedruckt auf säurefreiem Papier

9 8 7 6 5 4 3 2 1

springer.com

Vorwort

Produzierende Unternehmen können sich auf veränderte Anforderungen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten und Kosten einstellen. Gründe hierfür sind vielfältig und mit der Komplexität von Fabrikplanungsaufgaben verbunden. Extreme Standpunkte reichen von „für Planung haben wir keine Zeit“ bis zur „buchhalterischen Verringerung des Entscheidungsrisikos“. Oder es wird die Richtung des Gestaltungsprozesses, nämlich das top-down-Vorgehen oder der bottom-up-Ansatz, als Leitgedanke für Veränderungen festgelegt. Dabei liegt die Lösung je nach Situation irgendwo in der Mitte bzw. in einer kombinierten Vorgehensweise.

Schwerpunkt des vorliegenden Buches ist die problembezogene Planungs- und Entscheidungssystematik. Es soll das Verständnis aufgebaut werden, wie die im allgemeinen äußerst komplexen Aufgabenstellungen in der Fabrikplanung zunächst richtig definiert und dann so zu strukturieren sind, dass konkrete Planungsschritte in entsprechender Planungstiefe und unter Berücksichtigung ihrer Abhängigkeiten im interdisziplinären Projektteam zielgerichtet bearbeitet werden können. Dabei sollen die Anforderungen und Lösungsansätze der „Fabrik der Zukunft“ und der prozessorientierten Fabrikplanung ebenso berücksichtigt werden wie auch traditionelle und bewährte Ansätze. Bild 0.1 zeigt die Struktur des Buches. Nach der Einführung und den Grundlagen der ganzheitlichen Planung orientiert sich der Aufbau an den allgemein gültigen Planungsphasen der Strategie-, Struktur-, System- und Ausführungsplanung. Klassische und innovative Inhalte werden komprimiert dargestellt. Zahlreiche Beispiele aus Praxisprojekten sollen dem besseren Verständnis dienen. Abschließend wird eine Übersicht über die EDV-Unterstützung in den einzelnen Planungsphasen gegeben.

Ganzheitliche Fabrikplanung und Logistik stehen auch im Mittelpunkt meiner Industrie- und Forschungstätigkeit. In meinem Forschungsschwerpunkt „Fabrikplanung und Logistik“ an der Technischen Universität Hamburg-Harburg (TUHH) konnten wir neue Methoden, Hilfsmittel und Instrumente zur effizienten Bearbeitung unterschiedlichster Aufgabenstellungen entwickeln und gemeinsam mit Mit-

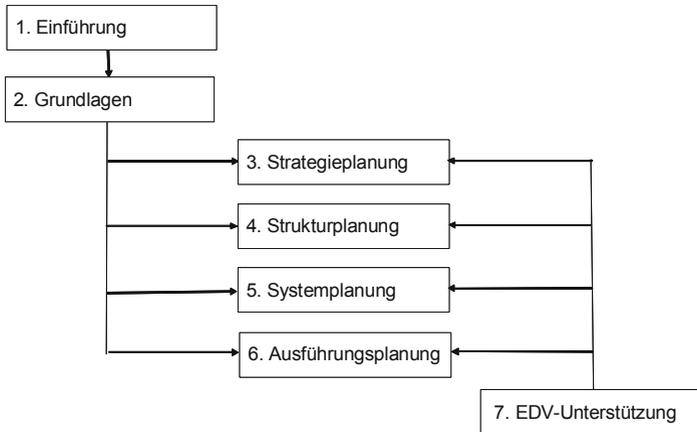


Abb. 0.1 Aufbau des Buches „Ganzheitliche Fabrikplanung“

gliedsunternehmen der bereits 1992 gegründeten Hamburger Forschungsgemeinschaft für Logistik e.V. in der Praxis anwenden. Öffentlich geförderte Forschungsprojekte, firmenspezifische Verbundprojekte und Forschungsk Kooperationen zwischen der TUHH und der an Fabrikplanung und Logistik interessierten Unternehmen bilden dabei die Basis für einen beschleunigten Wissenstransfer zwischen Praxis und Wissenschaft. Im FGL-Kompetenznetzwerk „Fabrikplanung und Logistik“ (PLANnet) bzw. „Competence Network Industrial Planning“ (CNIP) haben sich verschiedenste Partnerunternehmen zusammengefunden, um gemeinsam den kompletten Leistungsbereich der ganzheitlichen Fabrikplanung von der ersten Idee bis zur Realisierung im Sinne eines „virtuellen Unternehmens“ unter wissenschaftlicher Begleitung international anzubieten.

Das Lehrbuch richtet sich an Studierende des Ingenieur- und Wirtschaftsingenieurwesens an Universitäten und Hochschulen sowie an Management und Planungsingenieure in der Industrie. Es stellt einen ganzheitlichen Ansatz für die Fabrikplanung dar und bietet dem interessierten Leser die Möglichkeit, eigene Problemsituationen einzuordnen und systematisch Lösungswege zu entwickeln.

Das Buch will die Ganzheitliche Fabrikplanung mit ihren planungstechnischen Grundlagen beschreiben und erklären. Dieses Konzept, vor allem in seiner Ausprägung der logistikkongerechten Fabrik, zu entwickeln und für Unternehmen verschiedener Größen und Branchen zu realisieren, war Aufgabe meiner Tätigkeit in der AGIPLAN Aktiengesellschaft für Industrieplanung, Mülheim/Ruhr. Für den damaligen Gründer, Herrn Dipl.-Ing. W. J. Silberkuhl, der den größten Wert auf die permanente Weiterentwicklung der Planungsmethodik legte, waren die „ganzheitliche Ordnung nach innen und außen“ und die „Erkenntnis logistischer Verknüpfungen maßgebend für den Erfolg eines Fabriksystems“. Sein berufliches Profil ist umrissen durch die schöpferische Konzeption moderner Industrieplanung aus europäischer und amerikanischer Zusammenschau, die er aufgrund jahrelanger

Tätigkeit und Erfahrungen in Europa und Amerika gewonnen hat. Anfang der 50er Jahre hatte er einen Lehrauftrag an der Universität Hannover zum Fachgebiet Anthropotechnik: Der Mensch im Mittelpunkt betrieblicher Systeme. Die heutige AGIPLAN GmbH entwickelt zukunftsweisende Konzepte, plant Fabriken und Logistiksysteme und schafft effiziente Produktionen. Implementierungsstärke und Projektrealisierung zeichnen AGIPLAN auch heute noch aus.

Diesem außerordentlich innovativen Unternehmen gilt zunächst mein Dank. Insbesondere dem damaligen geschäftsführenden Vorstand Herrn Bernhard Lehmköster, meinen ehemaligen Kollegen, den Herren Dipl.-Ing. Gerhard Karsten, Dipl.-Ing. Rainer Kwijas, Prof. Dipl. rer. pol. (techn.) Helmut Schulte und Prof. Dr. Franz Wojda, damals Geschäftsführer der AGIPLAN Österreich und Vorstand des Instituts für Arbeits- und Betriebswissenschaften an der Technischen Universität Wien, sowie dem damaligen Vorsitzenden des Aufsichtsrates Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Wiendahl von der Universität Hannover und Prof. Dr. Hans Rühle von Lilienstern, mit dem ich gemeinsam zahlreiche Praxisseminare zur „Fabrikplanung und -organisation“ an der Technischen Akademie Wuppertal durchführen konnte. Von den Beiträgen der verschiedenen Referenten und Diskussionen mit den Teilnehmern, meist Geschäftsführer und Entscheidungsträger für Unternehmensentwicklung und Planung von Investitionsvorhaben, profitiert ebenso das vorliegende Buch. Weiterhin danke ich meinen wissenschaftlichen Mitarbeitern Dipl.-Ing. Ingo Martens, Dipl.-Ing. Arnd Schirrmann, Dr.-Ing. Axel Schönknecht und Dipl.-Wirtsch.-Ing. Andreas Schramm für die Unterstützung bei der Bearbeitung des Manuskriptes. Zuletzt danke ich aber vor allem Frau Annette Bock und meiner Frau Iris für die Bearbeitung der Manuskripte sowie für das Korrekturlesen mehrerer Manuskriptfassungen.

Hamburg-Harburg, im Frühjahr 2008

Günther Pawellek

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung in das Fachgebiet.....	1
1.1	Die „Fabrik der Zukunft“	1
1.2	Produktionsstrategien und Fabrikplanung	2
1.3	Fabrikplanung und Logistik	6
1.4	Neue Anforderungen an die Fabrikplanung	8
1.5	Übungsfragen zum Abschnitt 1	10
1.6	Literatur zum Abschnitt 1.....	11
2	Grundlagen der ganzheitlichen Fabrikplanung.....	13
2.1	Inhalt und Umfang der Fabrikplanung	13
2.1.1	Zum allgemeinen Fabrikplanungsbegriff.....	13
2.1.2	Ganzheitliche Fabrikplanung	14
2.1.3	Prozessorientierung in der Fabrikplanung.....	16
2.1.4	Planung im Systemlebenszyklus	17
2.1.5	Ganzheitliche Fabrikplanung im Produktionssystem...	19
2.2	Komponenten der ganzheitlichen Fabrikplanung	22
2.2.1	Vernetztes Zielsystem.....	22
2.2.2	Organisationsstruktur und Gestaltungsbereiche.....	24
2.2.3	Lösungsprinzipien und Gestaltungsalternativen	33
2.2.4	Vorgehensweise bei systemorientierter Planung.....	36
2.2.5	Ressourcen	38
2.3	Allgemeiner Problemlösungsprozess	39
2.3.1	Vorbereitung der Planung	40
2.3.2	Erarbeitung von Gestaltungsalternativen	45
2.4	Vorgehensmodelle der ganzheitlichen Fabrikplanung	50
2.4.1	Vorgehensrichtung Top-down oder Bottom-up	50
2.4.2	Planungsphasen.....	51
2.4.3	Schritte innerhalb der Struktur- bzw. Systemplanung..	53
2.4.4	Methoden und Instrumente	55
2.4.5	Gesamtstruktur bei Fabrikplanungsprojekten	55

2.5	Übungsfragen zum Abschnitt 2	59
2.6	Literatur zum Abschnitt 2.....	60
3	Strategieplanung.....	63
3.1	Aufgabe der Strategieplanung	63
3.2	Methoden und Hilfsmittel.....	65
3.2.1	Innovative Rationalisierung	65
3.2.2	Typische Kennzahlen der Fabriklogistik.....	66
3.2.3	Struktur der Logistikkosten.....	67
3.3	Entwicklung einer Innovationsstrategie	69
3.3.1	Anstoß für ein Innovationsprogramm	69
3.3.2	Datenbasis und Schlüsselkennzahlen	71
3.3.3	Positions- und Potentialanalyse.....	80
3.3.4	Ableitung und Umsetzung eines Innovationsprogramms	83
3.3.5	Kennzahlengestütztes Innovationscontrolling.....	86
3.4	Entwicklung einer Standortstrategie.....	89
3.4.1	Anlass und Anforderungen	89
3.4.2	Allgemeine Standortfaktoren	95
3.4.3	Schritte der Standortplanung.....	97
3.5	Entwicklung einer Nachhaltigkeitsstrategie	100
3.5.1	Fabrikplanung und Fabrikökologie	100
3.5.2	Aufbau eines Umweltmanagementsystems.....	102
3.5.3	Integration der Umweltschutzaspekte in die Fabrikplanung	106
3.6	Übungsfragen zum Abschnitt 3	109
3.7	Literatur zum Abschnitt 3.....	110
4	Strukturplanung.....	115
4.1	Aufgabe der Strukturplanung	115
4.1.1	Begriff „Strukturplanung“	115
4.1.2	Strukturabhängigkeit.....	116
4.1.3	Planungsfälle.....	117
4.2	Ansätze für innovative Fabrikstrukturen	118
4.2.1	Anforderungen an die zukünftige Fabrikstruktur	118
4.2.2	Idealstruktur	121
4.2.3	Logistikkonforme Fabrikstrukturen	122
4.2.4	Fabrikstrukturen und Gebäude	126
4.3	Planungsschritte.....	130
4.3.1	Vorgehensweise	130
4.3.2	Analyse der Planungselemente	131
4.3.3	Idealplanung.....	135
4.3.4	Realplanung	140
4.3.5	Dokumentation.....	147

4.4	Methoden der Layoutplanung.....	148
4.4.1	Anordnungsoptimierung	148
4.4.2	Grobe Flächenbedarfsermittlung.....	153
4.4.3	Ableitung Ideal- und Real-Layout	157
4.4.4	Flächenkennzahlen.....	160
4.5	Praxisbeispiele zur Fabrikstrukturplanung	163
4.5.1	Beispiel: Strukturplanung Fahrtreppenfertigung.....	163
4.5.2	Beispiel: Strukturplanung Hausgerätefertigung	167
4.5.3	Beispiel: Strukturplanung Fertigung medizinischer Geräte	168
4.5.4	Beispiel: Strukturplanung Serienpumpenproduktion ...	174
4.6	Übungsfragen zum Abschnitt 4	178
4.7	Literatur zum Abschnitt 4.....	179
5	Systemplanung.....	183
5.1	Aufgabe der Systemplanung.....	183
5.1.1	Begriff „Systemplanung“	183
5.1.2	Abhängigkeiten und Anforderungen.....	184
5.1.3	Herstellernerneutrale Systemplanung	187
5.2	Methodik der Systemplanung.....	188
5.2.1	Betrachtungsebenen	188
5.2.2	Planungsschritte allgemein.....	189
5.2.3	Planungstiefe und Systembeispiele	192
5.3	Fertigungs- und Montagesystemplanung.....	197
5.3.1	Anlässe und Anforderungen.....	197
5.3.2	Anpassung der Produktionssysteme.....	198
5.3.3	Beispiel: Systemplanung Getriebefertigung.....	199
5.3.4	Beispiel: Systemplanung Elektromotorenmontage	204
5.3.5	Beispiel: Systemplanung Montagebereitstellung	206
5.4	Lager- und Transportsystemplanung	209
5.4.1	Anlässe und Anforderungen.....	209
5.4.2	Schritte der Lagersystemplanung	214
5.4.3	Beispiel: Outsourcing der Fertigwarenlagerung.....	220
5.4.4	Schritte der Transportsystemplanung.....	227
5.4.5	Beispiel: Automatisierung von Transporten in der Montage	233
5.5	Organisationssystemplanung	238
5.5.1	Anlässe und Anforderungen.....	238
5.5.2	Schritte der Organisationssystemplanung	239
5.5.3	Planung der Produktionssteuerung.....	241
5.6	Gebäudesystem- und Infrastrukturplanung.....	252
5.6.1	Anlässe und Anforderungen.....	252
5.6.2	Schritte der baulichen Systemplanung	252
5.7	Übungsfragen zu Vorlesungsbaustein 5	256
5.8	Literatur zum Abschnitt 5.....	258

6	Ausführungsplanung	261
6.1	Aufgabe der Ausführungsplanung	261
6.2	Planungsschritte	261
6.2.1	Detailplanung	262
6.2.2	Ausschreibungsverfahren	263
6.2.3	Ausführungsüberwachung	265
6.3	Projektmanagement	267
6.3.1	Projektbegriff	267
6.3.2	Projektorganisation	268
6.3.3	Führungstechniken und -mittel	269
6.3.4	Wann sollte Projektmanagement angewendet werden?	271
6.4	Personalentwicklung	272
6.5	Übungsfragen zum Abschnitt 6	273
6.6	Literatur zum Abschnitt 6	274
7	EDV-Unterstützung	275
7.1	Notwendigkeit, Entwicklung und Anforderungen	275
7.1.1	Notwendigkeit und Möglichkeiten zur Planungsunterstützung	275
7.1.2	Entwicklung der EDV-Unterstützung	276
7.2	EDV-Programme als Planungshilfsmittel	280
7.2.1	Einsatzgebiete	280
7.2.2	Zuordnung von EDV-Programmen zu Planungsphasen	282
7.3	Werkzeuge der Fabrikplanung	293
7.3.1	Simulation	293
7.3.2	Facility Management (FM)	306
7.3.3	Virtual Reality	309
7.3.4	Digitale Fabrik	311
7.4	Integrierte Planungssysteme für Produktion und Logistik	316
7.4.1	Planungskonzept IPPL	316
7.4.2	Integriertes Produkt- und Prozessmodell	319
7.4.3	IPPL-Tools	323
7.4.4	Datenintegrierte Layoutplanung	329
7.4.5	Methoden-Management-System MEPORT	331
7.5	Entwicklungsstand und Ausblick	335
7.5.1	Stand des EDV-Einsatzes bei der Planung	335
7.5.2	Ausblick	337
7.6	Übungsfragen zum Abschnitt 7	338
7.7	Literatur zum Abschnitt 7	338
	Sachverzeichnis	345

1 Einführung in das Fachgebiet

1.1 Die „Fabrik der Zukunft“

In der Geschichte der industriellen Güterproduktion gab es immer die „Fabrik der Zukunft“. Von den Anfängen organisierter Manufakturen bis zu den heute technologisch und organisatorisch hoch integrierten Produktionsstätten haben verschiedene Einflüsse die kontinuierlichen Veränderungsprozesse zur Gestaltung und Erneuerung der Fabrikanlagen bewirkt, wie z. B.

- soziale Aspekte,
- technische Entwicklungen,
- bahnbrechende Erfindungen,
- neue Konzepte.

Eine bestehende Fabrik kann Veränderungen je nach Flexibilitätsgrad mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten und Kosten adaptieren /Wie00/. Die Fabrik auf der „grünen Wiese“ dagegen kann mit einem Schlag neue technische und organisatorische Konzepte realisieren und damit Quantensprünge in Bezug auf die Leistung erreichen /Schu97/.

Seit über drei Jahrzehnten wird im deutschsprachigen Raum auf dem Fachgebiet der Fabrikplanung wissenschaftlich geforscht /Dol73/, und es erscheinen immer wieder interessante Doktorarbeiten (siehe z. B. /Klar02; Mac02; Schm02; Ber05/). Insbesondere durch Forderungen seitens der Industrie, z. B. nach beschleunigten Planungsprozessen, hat die Fabrikplanung in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen /Nyh04/.

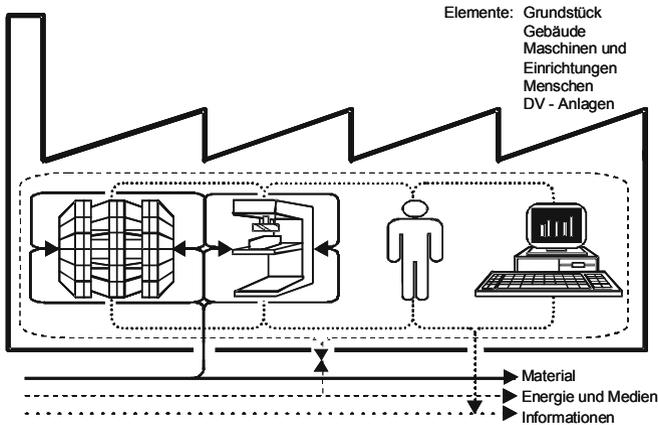


Abb. 1.1 Fabrikanlage als System

Fabrik als System

Die Fabrik besteht aus Elementen /Kom90/, die in ihrem Zusammenwirken eine Leistung, ein Produkt, erzeugen (Abb. 1.1).

Elementare Produktionsfaktoren im Sinne der Betriebswirtschaft sind /Schu84/:

- Arbeits- und Betriebsmittel, gemeint sind alle Einrichtungen und Anlagen, welche die technischen Voraussetzungen zur betrieblichen Leistungserstellung (insb. zur Produktion) bilden, sowie
- menschliche Arbeitsleistung und Werkstoffe, die mit Hilfe von
- Anweisungen und Regeln bzw. mit Informationssystemen, zum betrieblichen Produktionsprozess kombiniert werden.

Der Mensch kombiniert die Faktoren mit Hilfe von Informationen. Daraus resultieren Material-, Informations- und Energiefluss sowie die Kostenstruktur. Die Integration aller Elemente ergibt die betriebliche Leistung.

1.2 Produktionsstrategien und Fabrikplanung

Deutsche Produktionsstandorte geraten im globalen Wettbewerb zunehmend unter Kostendruck /Dak05/. Dieser kommt nicht nur von externen Wettbewerbern und Konkurrenten. Auch der interne Standortwettbewerb zwischen den Werken eines Unternehmens im In- und Ausland zwingen die Geschäfts- und Werksleitungen, die Kosten an den deutschen Produktionsstandorten grundlegend zu reduzieren.

Innovationen zur Kostensenkung und Leistungssteigerung sind daher die Herausforderung an die Fabrikplanung. Das bedeutet, dass die Gestaltung der optimalen, international ausgerichteten Prozesskette zu einem wesentlichen Wettbewerbsfaktor wird. Grundlage dafür ist eine globale Produktionsstrategie /Vet04/.

Die Leistungsfähigkeit des Fabriksystems hängt auch zunehmend davon ab, wie die ständigen und vielfältigen Veränderungen im dynamischen Umfeld des Unternehmens (Abb. 1.2) von der Fabrik aufgefangen werden können /Dom04/. Dabei führen die Veränderungen im Unternehmensumfeld zu gesellschaftlichen, markt-orientierten und technologischen Herausforderungen (Abb. 1.3). Sie wirken sich sowohl auf Produkte als auch auf Prozesse aus. In den Unternehmen sind umfassende Reorganisationsmaßnahmen angestoßen worden bezüglich /Koc99; Mac02; Paw08/.

- Produkt, z. B. Plattformkonzepte, Modularisierung, fertigungs- und montagegerechte Produktgestaltung
- Produktion, z. B. Fraktalbildung, Integration indirekter Aufgaben, Automatisierungsszenarien
- Logistik, z. B. interne Lieferantenbeziehungen, teiledifferenzierte Logistikoptimierung, logistikgerechte Produktgestaltung, adaptive Logistikleitsysteme
- Organisation, z. B. Prozessorientierung, Lean Production, virtuelle Unternehmen, interdisziplinäre Teams, internetbasierte Kommunikationsplattformen

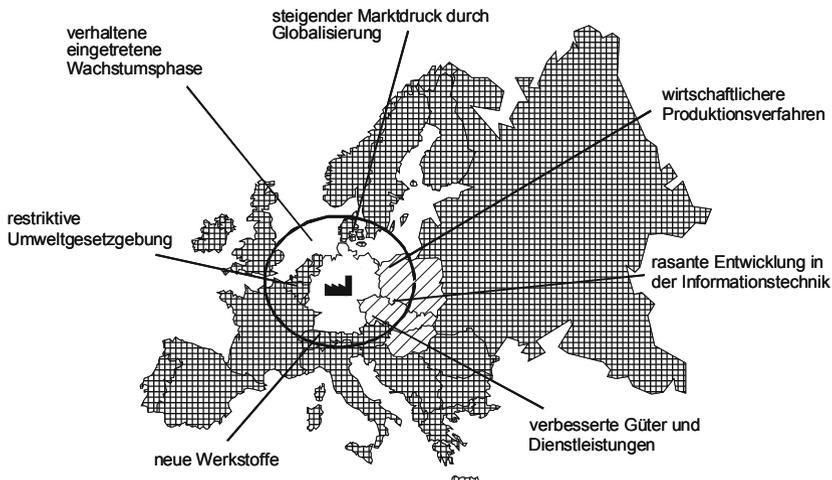


Abb. 1.2 Unternehmen im dynamischen Umfeld

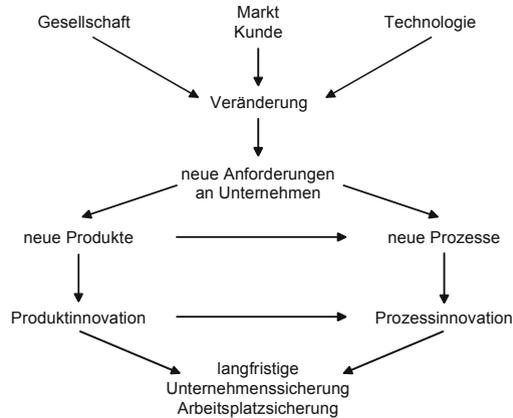


Abb. 1.3 Zum Innovationsprozess

Die Ziele zukunftsorientierten Produktionsstrategien sind marktorientiert /Paw84/. Sie fordern eine höhere Flexibilität in der Produktion, um die Trendveränderung vom Verkäufermarkt zum Käufermarkt auffangen zu können (Abb. 1.4). So haben sich in den vergangenen Jahren alle wesentlichen Strategien der Produktion verändert (Abb. 1.5).

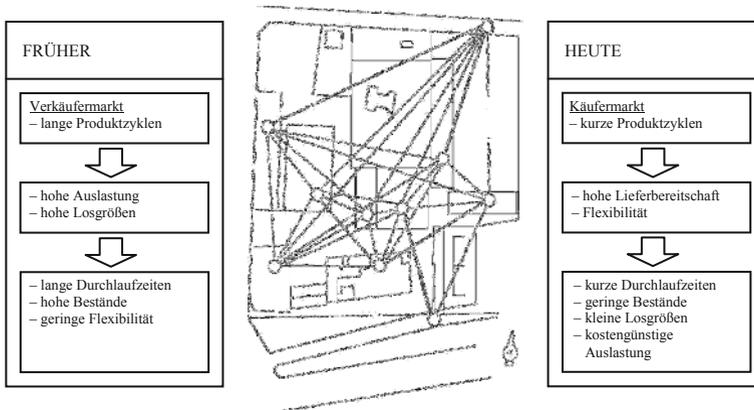


Abb. 1.4 Trendveränderung für Produktionsunternehmen