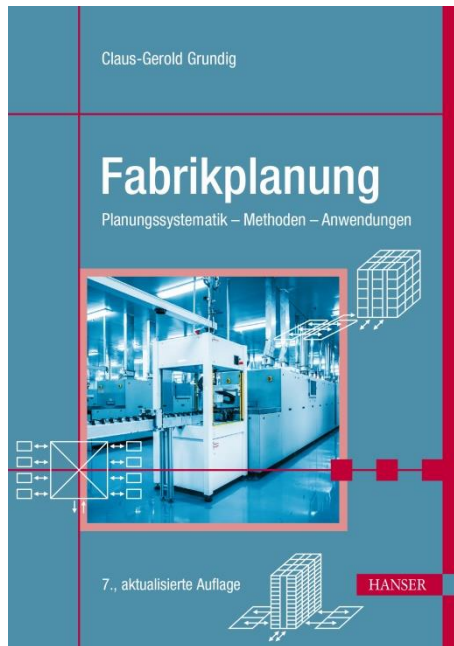


HANSER



Leseprobe

zu

Fabrikplanung

von Claus-Gerold Grundig

Print-ISBN: 978-3-446-46751-4

E-Book-ISBN: 978-3-446-47006-4

Weitere Informationen und Bestellungen unter

<https://www.hanser-kundencenter.de/fachbuch/artikel/9783446467514>

sowie im Buchhandel

© Carl Hanser Verlag, München

Vorwort

Globalisierung der Produktion, steigende Marktdynamik, erhöhter Kostendruck sowie die Sicherung von sowohl Energie- und Ressourceneffizienz als auch Ökologie zwingen die Industrieunternehmen zur ständigen innovativen Anpassung ihrer Fabrik- und Produktionsstrukturen an veränderte Bedingungen. Problemstellungen und Projekte des Fachgebietes Fabrikplanung sind damit direkt angesprochen und stellen aufgrund ihrer hohen Bedeutung für die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen Daueraufgaben betrieblicher Tätigkeiten dar. Die treffsichere, planungsmethodische Beherrschung dieser Fabrikplanungsprozesse ist dabei für die Unternehmen von existenzieller Bedeutung.

Das vorliegende Lehrbuch greift diese Entwicklungen auf und stellt in komprimierter Form klassische und innovative Inhalte wesentlicher Planungsfelder der Fabrikplanung und funktionelle Zusammenhänge dar. Besondere Beachtung wurde der durchgängigen und systematischen Problembearbeitung unter inhaltlich-methodischen Aspekten geschenkt. Eine wesentliche Voraussetzung zur Sicherung einer gezielten Lösungsentwicklung und rationellen Projektentwicklung ist die konsequente Durchsetzung einer problembezogenen und durchgängigen Entscheidungssystematik. Auch zeigt die Anwendungspraxis, dass bei Einsatz digitaler Planungswerkzeuge Kenntnisse der in diesen implizierten Methoden der digitalen Struktur- und Prozessplanung unabdingbar sind. Nur dann ist eine gezielte Werkzeugauswahl sowie eine begründete Ergebnisbewertung und -umsetzung möglich.

Basierend auf der allgemeingültigen Fabrikplanungssystematik werden die für eine systematische Lösungsentwicklung von Fabrikplanungsaufgaben erforderlichen Planungsfelder, Planungsphasen und Bearbeitungsinhalte in ihren Grundsätzen behandelt. Spezielle Projektbeispiele aus der Industriepraxis veranschaulichen den Planungsablauf und Methodeneinsatz. Der Stoffumfang und die Vielgestaltigkeit des Fachgebietes machten Einschränkungen erforderlich, wobei versucht wurde, den Gesamtüberblick über wesentliche Planungsinhalte zu gewährleisten.

Das Lehrbuch entstand als Ergebnis meiner langjährigen Tätigkeiten in Lehre, Forschung und Industriepraxis. Es wendet sich an Studierende des Ingenieur- und Wirtschaftsingenieurwesens an Universitäten und Hochschulen sowie an das Management und an Planungsingenieure in der Industrie. Das Buch will ordnende Grundlage zum Studium des Fachgebietes und zielführender Handlungsleitfaden zur systematischen Lösungsentwicklung sein.

Bei den Herren Professoren S. Wirt, E. Müller, R. Erfurth (Chemnitz), E. Gottschalk (†), M. Schenk (Magdeburg) und H.-K. Reuter (†) (Wismar) möchte ich mich für die langjährige beratende Zusammenarbeit und Unterstützung sehr bedanken.

Dank gilt auch Herrn Dipl.-Ing. D. Hartrampf (Wildau) für die Hilfe bei der technischen Umsetzung der Manuskripte. Ebenfalls danken möchte ich Herrn F. Katzenmayer vom Carl Hanser Verlag für die sehr gute Zusammenarbeit bei der nun vorliegenden siebten Auflage. Ebenso wichtig war der Austausch mit Fachkollegen und Studierenden in meiner Industrie- und Hochschultätigkeit. Für Hinweise aus dem interessierten Leserkreis bin ich dankbar.

Ganz besonderer Dank gilt an dieser Stelle auch meiner Familie, insbesondere meiner Frau Sylvia für viel Verständnis und Geduld in den Phasen der Manuskriptbearbeitung über mehrere Auflagen.

Kleinmachnow, im Juli 2021

Claus-Gerold Grundig

Inhalt

Vorwort	5
1 Grundlagen der Fabrikplanung	11
1.1 Grundprinzipien	11
1.2 Planungsgrundfälle	17
1.3 Merkmale von Fabrikplanungsaufgaben	19
1.4 Planungsgrundsätze	23
1.5 Entwicklungstendenzen	27
1.5.1 Grundprinzipien	27
1.5.2 Globale Fabrikplanung	27
1.5.3 Kooperative Fabrikplanung	28
1.5.4 Digitale Fabrik – Industrie 4.0	29
1.5.5 Wandlungsfähige Fabrik	30
1.5.6 Fraktale Fabrik	32
2 Fabrikplanungssystematik	37
2.1 Planungsablauf	37
2.2 Planungsphasen	49
3 Fabrikplanungsablauf – Planungsphasen	53
3.1 Zielplanung	53
3.2 Vorplanung	56
3.2.1 Analyse Produktionspotenzial	56
3.2.2 Ableitung Produktionsprogramm	63
3.2.3 Standortklärung (optional)	70
3.2.4 Vorgabe Logistikprinzip/Lösungskonzept	70
3.2.5 Bedarfsabschätzung	73
3.3 Grobplanung – Lösungsvarianten	76
3.3.1 Funktionsbestimmung – Produktionssystem	76
3.3.1.1 Grundprinzipien	76
3.3.1.2 Ableitung Funktionsschema	78

3.3.2	Dimensionierung – Teilsysteme	83
3.3.2.1	Grundprinzipien	83
3.3.2.2	Betriebsmittel	84
3.3.2.3	Personal	88
3.3.2.4	Flächen	93
3.3.2.5	Medien	100
3.3.3	Strukturierung – Objektanordnung	103
3.3.3.1	Grundprinzipien	103
3.3.3.2	Analyse Materialfluss	107
3.3.3.3	Bestimmung Fertigungsform	121
3.3.3.4	Entwurf Ideallayout	143
3.3.4	Gestaltung – Lösungsvarianten	151
3.3.4.1	Grundprinzipien	151
3.3.4.2	Entwurf Reallayout	152
3.3.4.3	Zuordnung Logistikelemente	164
3.3.4.4	Variantenauswahl – Vorzugsvariante	181
3.4	Feinplanung – Ausführungsprojekt	188
3.5	Ausführungsplanung	195
3.6	Ausführung/Inbetriebnahme	198
4	Strukturelevante Logistikprinzipien	204
4.1	Grundprinzipien	204
4.2	Lagerorientierte Strukturen	205
4.3	Segmentierte Strukturen	208
4.4	Kanban-Strukturen	213
4.5	Just-in-time-Strukturen	214
4.6	Modulare Strukturen	216
5	Simulationstechnik im Fabrikplanungsprozess	220
5.1	Grundprinzipien	220
5.2	Anwendungsmethodik	230
6	Standortplanung	239
6.1	Planungsinhalte	239
6.2	Planungsmethodik	241
7	Generalbebauungsplanung	248
7.1	Planungsinhalte	248
7.2	Planungsmethodik	250

8	Fabrikplanungsbeispiele – Industrieanwendungen	267
8.1	Simulationsuntersuchungen zur Auslegungs- und Investitionsplanung einer Fertigungslinie	267
8.1.1	Problemstellung – Investitionsobjekt Kleinteileproduktion	267
8.1.2	Untersuchungsablauf – Simulationsexperimente	268
8.1.3	Experimentiierungsergebnisse	273
8.2	Logistische Neugestaltung der Geräteproduktion durch Aufbau segmentierter, flexibel automatisierter Fertigungskomplexe	280
8.2.1	Problemstellung – Rationalisierungsobjekt Geräteproduktion	280
8.2.2	Fabrikplanungsablauf – Industrieprojekt	283
8.2.2.1	Zielplanung	283
8.2.2.2	Vorplanung	285
8.2.2.3	Grobplanung – Lösungsvariante	294
8.2.2.4	Feinplanung – Ausführungsprojekt	311
8.2.2.5	Ausführungsplanung – Shedhallenumbau	318
8.2.2.6	Projektrealisierung – Aufbau Fertigungskomplexe	319
8.2.3	Systemweiterentwicklung	319
8.2.3.1	Nutzungserfahrungen	319
8.2.3.2	Reengineering-Systemlösung	322
	Index	325

■ 1.1 Grundprinzipien

Gegenstand des Fachgebietes **Fabrikplanung** sind die Standortbestimmung, die Gebäudewahl und -anordnung, die Gestaltung der Produktionsprozesse (Fertigungs- und Montageprozesse) einschließlich der einzuordnenden Logistikprozesse (Transport- und Lagerprozesse) und der erforderlichen Nebenprozesse (Betriebsmittelbau, Instandhaltungsprozesse u. a.) sowie deren Realisierung und Inbetriebnahme. Vereinfachend kann Fabrikplanung (auch als Werkplanung, Werkstrukturplanung bezeichnet) als vorausbestimmende Gestaltung industrieller Fabrik- bzw. Produktionssysteme charakterisiert werden.

Aufgaben und Arbeitsinhalte des Fachgebietes Fabrikplanung bilden dabei einen wesentlichen Teilkomplex innerhalb der Aufgabenkomplexe der **Unternehmensplanung**.

Stärker methodisch betrachtet kann definiert werden: **Fabrikplanung** ist der systematische, zielorientierte in aufeinander aufbauenden Phasen strukturierte und unter Zuhilfenahme von Methoden und Werkzeugen durchgeführte Prozess zur Planung einer Fabrik von der ersten Idee bis zum Aufbau und Hochlauf der Produktion [1.1].

In seinem Wesen stellt der Fabrikplanungsprozess einen **Investitionsprozess** dar, d. h., die Erarbeitung wirtschaftlicher Lösungen von Fabrik- bzw. Produktionsprozessen und deren rationelle Umsetzung sind die Kerninhalte.

Ein besonderer Anspruch der Fabrikplanung beruht darauf, dass es hierbei um die gedankliche Vorwegnahme und Festlegung zeitlich später stattfindender Aktivitäten und zu realisierender Projektlösungen geht, die mit zeitlichem Vorlauf im Rahmen der Fabrikplanungstätigkeit hochwertig vorab festzulegen sind. Der Prozess der Fabrikplanung beinhaltet somit „**vorausgedachte wettbewerbsfähige Produktion**“. In diesem Planungsprozess sind Kollisionen zwischen erforderlicher Planungstiefe, der Aussagekraft der verfügbaren Planungsdaten und Planungsvoraussetzungen und den sich im zeitlichen Planungsablauf verändernden Vorgaben und Bedingungen der Regelfall, sodass die praktische Planungstätigkeit von Unsicherheiten, Änderungen, Abschätzungen, Hochrechnungen, Analysen, Korrekturen und Vergleichen sowie in starkem Maße vom Einbringen von Praxiserfahrungen charakterisiert ist.

Der **Fabrikplanungsprozess** umfasst die Lösung von Problemstellungen der Planung, Realisierung und Inbetriebnahme von Fabriken. Dabei muss die Fabrik als Gesamtsystem gesehen werden, das durch die Gestaltungsergebnisse folgender **Planungsfelder** beschrieben wird:

- Bestimmung von Standorten (**Standortplanung**)
- Entwurf von Bebauungsplänen einschließlich der Wahl und Anordnung von Raum- und Gebäudesystemen (**Generalbebauungsplanung**)
- Konzeption von Produktions- und Logistikprozessen (einschließlich erforderlicher Personal- und Organisationsplanung) innerhalb definierter Flächen- und Raumsysteme (**Fabrikstrukturplanung**).

Diese Planungsfelder bilden in ihrer konkreten Gestaltung das **Fabrikkonzept**. Dieses unterliegt unterschiedlichen Zielsetzungen, die in Anlehnung an *Wiendahl* in drei wesentlichen **Zielfeldern** zusammengefasst werden können [1.2] bis [1.5]:

1. Sicherung einer hohen **Wirtschaftlichkeit** der Fabrik

Produkte sind bei minimalen Durchlaufzeiten und Beständen termin- und qualitätsgerecht unter weitgehender Vermeidung nicht wertschöpfender Tätigkeiten herzustellen. Dabei sind ein logistikgerechter Produktions- und Materialfluss sowie eine bestmögliche Auslastung von Ausrüstungen, Flächen (Räumen) und Personal zu gewährleisten

2. Sicherung einer hohen **Flexibilität und Wandlungsfähigkeit** der Fabrik

Ausrüstungen, Prozesse, Raumstrukturen, Gebäudesysteme, Organisationslösungen sind zur Sicherung permanenter Anpassungsfähigkeit an die Turbulenz äußerer (z.B. Absatzschwankungen) und innerer Einflüsse (z.B. Produktanlauf) flexibel und wandlungsfähig auszulegen

3. Sicherung einer hohen **Attraktivität** der Fabrik

Diese wird bestimmt durch

- motivierende, humane Arbeits-, Entlohnungs- und Sozialbedingungen
- Erfüllung ökologischer Kriterien zur Gewährleistung geringer Umweltbelastungen
- Umsetzung moderner, ästhetischer Industriearchitektur der Fabrikgebäude (Erscheinungsbild/Identität – corporate identity).

Aufgrund aktueller Entwicklungen im Energie- und Umweltbereich erfahren diese Zielfelder eine deutliche Erweiterung. So sind solche Fabrikkonzepte gefordert, mit denen die Erreichung und nachhaltige Sicherung einer hohen **Energie- und Ressourceneffizienz** gewährleistet wird (vgl. [1.41] bis [1.43]).

Grundsätzlich wird deutlich, das jeweilige Fabrikkonzept bildet Ergebnisse der Kerninhalte der Fabrikplanung ab – diese bestehen prinzipiell in der Planung des Zusammenwirkens von Mensch, Technik und Organisation.

In Bild 1.1 sind dazu wesentliche Zusammenhänge dargestellt. Erkennbar ist: Die Erarbeitung des Fabrikkonzeptes hat unter Beachtung der vier Zielfelder zu erfolgen. Das jeweilige Fabrikkonzept wiederum ist das Planungs- und Realisierungsergebnis der **Planungsfelder** Standort-, Bebauungs- und Fabrikstrukturplanung. Grundlagen der Fabrikplanung für eine gezielte Bearbeitung der Inhalte der drei Planungsfelder sind die jeweils verfügbaren Ressourcen (Investitions-, Ausrüstungs-, Gebäude- und Grundstückspotenziale), dargestellt als Planungsbedingungen. Weiterhin wird in Bild 1.1 deutlich, dass das Fabrikkonzept maßgeblich vom zu gestaltenden **Produktionsprozess** bestimmt wird, dieser wiederum durch das zu realisierende **Produktionsprogramm** als Ergebnis aktiver Markt- und Absatztätigkeit des Unternehmens beeinflusst ist (markt- bzw. kundengetriebene Fabrik). Die zu produzierenden Produktionsprogramme mit den Tendenzen

- steigende Variantenvielfalt (Diversifikation)
- sinkende Lebenszyklen
- sinkende Stückzahlgrößen
- kurzzeitige Produktwechsel
- steigende Sortimentsbreiten
- kurze Lieferzeiten

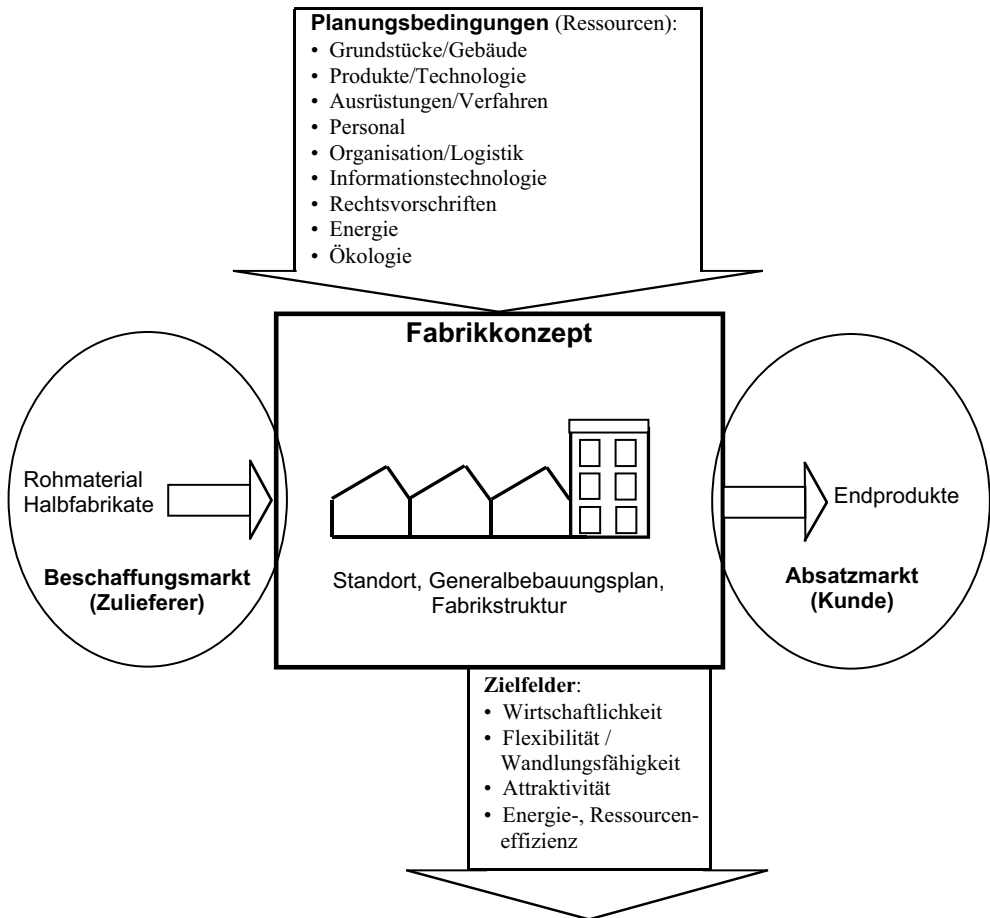


Bild 1.1 Planungsbedingungen und Zielfelder der Fabrikplanung

bilden die Kerngrundlagen (Ausgangsgrößen) der Fabrikplanung. Die Güte der Vorbestimmung kurz-, mittel- bzw. langfristig zu erwartender **Produktionsprogrammentwicklungen** wird damit zu einem wesentlichen Qualitätsmerkmal für einen fundierten Fabrikplanungsprozess. Die Fabrikplanungspraxis zeigt, dass gerade die hinreichend genaue Vorgabe von Produktionsprogrammen bzw. Produktionsprogrammentwicklungen als Planungsgrundlage oftmals große Probleme bereitet. Verstärkt muss von unscharfen, stark wechselnden Vorgaben ausgegangen werden. Das wiederum liegt in der Natur des Fabrik-

planungsprozesses, denn dieser stellt einen betont **zukunftsbezogenen Planungsprozess** bei steigender Turbulenz der Planungsbedingungen dar und besitzt daher unter dem Aspekt seiner Modellierung grundsätzlich stochastischen Charakter. Typisch für den Fabrikplanungsprozess sind eine Vielzahl variabler Eingangsinformationen, von denen ein hoher Anteil Zufallscharakter besitzt. Diese Informationen ermöglichen oftmals keine eindeutigen Transformationen und folglich nur unscharfe Aussagen (z. B. über Kapazitäten, Flächen, Kosten). Wird andererseits der Faktor Zeit in diese Betrachtungen einbezogen, so muss auch vor Überfeinerungen in der Präzisierung und Auslegung von Projektlösungen gewarnt werden – vielmehr ist bei der Lösungsgestaltung eine Flexibilität bzw. Wandlungsfähigkeit der Fabrikanlage gegenüber begrenzten, erkennbaren aber auch offenen Produktionsprogrammveränderungen bewusst zu sichern. Anspruchsvolle Projekte der Fabrikplanung setzen zur Abschätzung von erforderlicher Anpassungsfähigkeit (z. B. gegenüber Schwankungen des Produktionsprogramms) oder zur Analyse von Extremsituationen (Szenarien) Methoden der digitalen Fabrik, wie z. B. virtuelle Analysen oder die Fabrik- und Materialflusssimulation ein. Diese ermöglichen vorausschauende Analysen sowie die Lösungsfindung über den Entwurf einer Vielzahl alternativer Varianten, sodass Extrembereiche und Unsicherheiten erkennbar werden.

Gegenstand und Methodik der Fabrikplanung sind wechselnden Einflüssen und Wandlungen unterworfen. Ursachen des dadurch hervorgerufenen ständigen **Anpassungs- bzw. Veränderungsdruckes** sind folgende Entwicklungen – von *Warnecke* als **Paradigmenwechsel** [1.6] bezeichnet (vgl. [1.7] bis [1.9], [1.44]):

- Globalisierung von Märkten und Standorten
- steigende Kundendominanz (Käufermarkt)
- Dezentralisierung der Wertschöpfung
- Dominanz und Differenzierung der Kostenstrukturen
- kurzzyklischer innovativer Wandel von Produkten bzw. Ausrüstungen
- sinkende Lebensdauer von Produkten und Prozessen.

Diese Entwicklungen schlagen bei steigender Marktturbulenz direkt auf die in den Unternehmen installierten Fabrikkonzepte durch und müssen von diesen umgesetzt bzw. kompensiert werden. Zwingend erforderlich ist daher eine permanente **Anpassung** bzw. **Neukonfiguration der Fabrikkonzepte** an die aktuell veränderten Bedingungen durch kontinuierlich veranlasste innovative Fabrikplanungstätigkeit.

Zur Durchsetzung dieser Forderungen wird neben einer **Flexibilität** auch eine darüber hinausgehende bewusst gestaltete und eingebaute **Wandlungsfähigkeit** des Fabriksystems postuliert (vgl. z. B. [1.3], [1.4], [1.10], [1.11], [1.43], [1.45]). Der Lösungsansatz wird hierbei u. a. in der Modularisierung von Fabrikstrukturen und -elementen gesehen (vgl. Abschnitt 1.5). Der erforderliche **Wandlungsbedarf** wird damit zur Führungs- bzw. Planungsgröße innovativer Fabrikkonzepte.

So betrachtet ist die Fabrik prinzipiell als „lebender Organismus“ zu begreifen. Konsequenter zielorientierte permanente Fabrikplanung ist damit von existentieller Bedeutung für die Industrieunternehmen. Im Ergebnis der dargestellten Entwicklungen können folgende Globalziele für den Entwurf **innovativer Fabrikkonzepte** abgeleitet werden:

- konsequente Kundenorientierung (Aufbau Kunden-Lieferanten-Beziehungen, unternehmensintern und -extern)

- Wertschöpfungsorientierung (Minimierung nicht wertschöpfender Prozesse)
- Mensch als wesentlicher Produktionsfaktor (Integration Humanpotenzial)
- Komplexitätsminimierung (Erzeugung Transparenz und Verantwortungsbezug durch Prozessvereinfachung)
- Dezentralisierung von Funktionen
- Sicherung von Flexibilität und Wandlungsfähigkeit
- Entwicklung der Kernkompetenzen/Optimierung der Fertigungstiefen
- Einordnung in effiziente Liefer-, Produktions- und Vertriebsnetzwerke.

Grundsätzlich sollte hinsichtlich der **Fabrikplanungslogik** beachtet werden, die herzustellenden Produkte (Produktionsaufgabe) bestimmen die erforderlichen Prozesse (**Fabrikstrukturen**), diese wiederum legen spezielle Gebäude- und deren Anordnungsstrukturen fest (**Generalbebauungsplanung**) und diese wiederum definieren maßgeblich das Anforderungsprofil des erforderlichen Grundstückes bzw. des Standortes (**Standortplanung**). Das heißt, Produkte definieren den Prozess und dieser wiederum das Grundstück (Standort). Nur in Umsetzung dieser Logik wird die allgemeine zu fordernde **prozessorientierte Fabrikstruktur** realisierbar.

Die Fabrik bzw. das Industrieunternehmen kann in die nachfolgend dargestellten hierarchischen **Strukturebenen** (Planungsebenen) vertikal aufgegliedert werden, wodurch die Komplexität abgebaut und die Transparenz des Planungsobjektes erhöht wird [1.3], [1.9]:

- **Arbeitsplatzstruktur** (Konfiguration Arbeitsplatz/Arbeitsstation)
- **Bereichsstruktur** (Anordnung Arbeitsplätze/Arbeitsstationen in Bereichen)
- **Gebäudestruktur** (Anordnung Bereiche – Fertigung, Montage, Logistik – in Gebäuden)
- **Generalstruktur** (Anordnung Gebäude im Werkgelände)
- **Standortstruktur** (Anordnung Gebäude im regionalen Wirtschaftsraum)
- **Unternehmensnetzstruktur** (Anordnung und Vernetzung von Unternehmen im regionalen bzw. überregionalen/internationalen Wirtschaftsraum).

Die **Fabrikstruktur** wird folglich gebildet durch die Arbeitsplatz-, Bereichs- und Gebäudestruktur bei direkter funktionaler Verknüpfung zur General- und Standortstruktur. Die **Unternehmensnetzstruktur** ist charakterisiert durch die standortübergreifende Vernetzung unterschiedlicher Unternehmen bzw. Leistungseinheiten. Die Fabrik ist unter dem Aspekt der Wertschöpfung folglich nicht als isolierte Einheit zu betrachten, sondern sie bildet einen **Wertschöpfungsknoten** im gesamten **Wertschöpfungsprozess** und ist damit Teil eines **Wertschöpfungsnetzes**. Diese unterliegen einer ständigen Fragmentierung und Neukonfiguration.

Fabriken durchlaufen spezifische **Fabriklebenszyklen**, die bei ganzheitlicher zeitlicher Betrachtung in folgende Phasen gegliedert werden können:

- Entwicklung (Planung Neusystem)
- Aufbau/Realisierung (Koordinierung Gewerke)
- Anlauf/Inbetriebnahme (gestufter Hochlauf)
- Betrieb (Nutzung – Innovationen, Rationalisierung, Instandhaltung)
- Abbau (Weiterverwendung/Sanierung/Verwertung).

Der inhaltliche Charakter und die zeitliche Ausdehnung dieser Phasen innerhalb des Fabriklebenszyklus sind in der industriellen Praxis sehr unterschiedlich. So werden z. B. die

Phasen Anlauf und Betrieb charakterisiert durch die Parallelität und die differenzierten Verläufe der Produkt-, Prozess- und Gebäudelebenszyklen. Zu fordern ist daher zur Synchronisation der Abläufe eine **ganzheitliche, durchgängige Fabrikplanungstätigkeit** über den gesamten Fabriklebenszyklus. Eine wesentliche, grundsätzliche Aufgabe dabei besteht in der ständigen Anpassung zwischen den Herausforderungen aus kurzen Lebenszyklen von Produkten und Prozessen (Innovation/Markturbulenz) und den Erfordernissen aus deutlich länger anzusetzenden Lebenszyklen (Nutzungszeiten) der Fabrikanlage (Gebäude, Anlagensysteme) insbesondere durch eine permanente Sicherung der zu fordernden Flexibilität und Wandlungsfähigkeit des Fabriksystems.

Gegenstand nachfolgender Abhandlungen zur Fabrikplanung sind Fabrikkonzepte für Produktionsprozesse mit diskretem Charakter (Stückprozesse), wie sie für Unternehmen des Maschinen-, Geräte-, Elektronik- und Fahrzeugbaus – folglich in breiten Industriebereichen – typisch sind.

Folgende **Prozessmerkmale** sind prinzipiell anzusetzen:

- Fabrik- bzw. Produktionssysteme werden gebildet aus:

- (quasi-)statischen Elementen
 - Grundstücke
 - Gebäude
 - Ausrüstungen
- dynamischen Elementen (Flusselemente)

Stoffflussssysteme

- Material/Produkte → Material-, Produktfluss
- Vorrichtungen, Werkzeuge, Prüfmittel → VWP-Fluss
- Medien (Ver- und Entsorgung, Haustechnik) → Medienfluss

Personenflusssysteme

- Mitarbeiter, Besucher → Personalfluss

Energieflusssysteme

- Energie (Antriebe, Heizung) → Energiefluss

Informationsflusssysteme

- Erfassung, Verarbeitung und Übertragung von Informationen → Informationsfluss

Diese unterschiedlichen **Flusssysteme** sind im Fabrikssystem hoch vernetzt, wobei dem Material- bzw. Produktfluss im Regelfall eine dominierende Bedeutung zukommt.

- Ein- oder Mehrstufigkeit von Prozessen (Fertigungsstufen, Verfahrensunterschiedlichkeit), gliederbar in
 - Rohteilefertigung
 - Vorfertigung (Teilefertigung)
 - Baugruppenfertigung (Baugruppenmontage)
 - Erzeugnisfertigung (Endmontage)
 - Sonderfertigungen (z. B. Oberflächenbearbeitung, Wärmebehandlung)
 - Demontageprozesse (Teil- bzw. Komplettzerlegung)

Fertigungsstufen können z.B. in Bereiche, Abschnitte, Inseln, Fraktale untergliedert sein.

- Materialflussvernetzung zwischen den Prozessstufen und innerhalb der Prozessstufen zwischen den Bearbeitungstechniken
- Förder-(Transport-), Lager- und Pufferprozesse innerhalb und zwischen den Prozessstufen (Logistikketten)
- Wert- und Kostenzuwachs mit fortschreitender Prozessstufe (Wertschöpfungskette)

Wesentliche **Produktmerkmale** sind:

- Produktaufbau im Regelfall mehrstufig hierarchisch gegliedert (Erzeugnisgliederung/ Stücklistenstrukturen, Auflösungsebenen) in Gleichteile, Variantenteile, Haupt-, Neben- Unterbaugruppen, Montagesätze und -module
- Werkstückform (Teilegeometrie) unterschiedlich – z. B. prismatisch, flach, rotationssymmetrisch
- Produktionsumfang und Wiederholungsgrad charakterisiert durch die Fertigungsarten
 - Einzelfertigung (einmalig/wiederkehrend)
 - Klein-, Mittel- und Großserienfertigung (zyklisch/azyklisch)
 - Massenfertigung.

■ 1.2 Planungsgrundfälle

Fabrikplanungsaufgaben können in fünf Grundfälle gegliedert werden, die sich hinsichtlich Aufgabencharakter, Problemumfang, Schwierigkeitsgrad, Lösungskonzepten und -freiräumen sowie speziellen Inhalten der Planungsmethodik unterscheiden.

Grundfall A: Neubau Industriebetrieb

Der Neubau eines Industriebetriebes bildet den (idealen) klassischen Grundfall der Fabrikplanung (Aufbau einer Fertigungsstätte auf der „grünen Wiese“) und ist charakterisiert durch:

- hohen zeitlich-inhaltlichen Planungsvorlauf
- globale Vorgaben zu Produktionsprogramm und -entwicklung
- Bestimmung des optimalen Standortes einschließlich infrastrukturelle Einbindung erforderlich
- Generalbebauungsplanung Neugrundstück
- Erzielung optimaler Prozesslösungen aufgrund hoher Freiheitsgrade im Gestaltungsprozess.

Der Anteil von Grundfall A an der Vielzahl industrieller Fabrikplanungsaufgaben ist begrenzt. Im Rahmen der Globalisierung von Märkten und Standorten (Verlagerung, Dezentralisierung, Konzentration) ist allerdings eine Zunahme dieses Grundfalls deutlich erkennbar.

Grundfall B: Um- und Neugestaltung bestehender Industriebetriebe/Fertigungskomplexe (Reengineering)

Aufgaben diese Grundfalls bilden den dominierenden Anteil der anfallenden Fabrikplanungsaufgaben und stellen oftmals eine betriebliche Daueraufgabe dar („rollende Fabrikplanung“). Spezielle Merkmale sind:

- Zielsetzungen sind die Rationalisierung und/oder Modernisierung vorhandener Fertigungskomplexe (Strukturerneuerung/Restrukturierung/Fertigungstiefenoptimierung)
- relativ exakte Vorgaben zum Produktionsprogramm und zu dessen zeitlicher Entwicklung sind im Regelfall möglich
- fortlaufende Anpassung der Fertigungskomplexe an Produktionsprogrammveränderungen (Markt) bzw. an kostenwirksame Prozess- und Anlageninnovationen (Anpassungsplanung/Verlagerungsplanung).

Grundfall C: Erweiterung bestehender Industriebetriebe/Fertigungskomplexe

Dieser Grundfall liegt immer dann vor, wenn es primär um die Schaffung erweiterter Kapazitäten geht, z. B. infolge von Auftrags- und Umsatzwachstum. Verbunden mit diesen Zielsetzungen sind oftmals Modernisierungen bzw. Rationalisierungen tangierender, bestehender bzw. der zu erweiternden Werkstattprozesse. Merkmale diese Grundfalls sind:

- Erweiterung führt im Regelfall zur Intensivierung der Flächen- und Raumnutzung am vorhandenen Standort
- relativ exakte Vorgaben zum Produktionsprogramm und zu dessen zeitlicher Entwicklung sind im Regelfall möglich
- Erweiterung kann mit Standortbestimmung für Neuaufbau von Zusatzkapazitäten verbunden sein (vgl. Grundfall A), dann erweitert mit Aufgaben der Generalbebauungsplanung
- Erweiterung kann im Extremfall den vorhandenen Standort des Unternehmens in Frage stellen und zur Verlagerung bzw. zu Ausgliederungen auf einen Neustandort führen (z. B. Sortimentsneuzuordnungen zwischen mehreren Standorten).

Grundfall D: Rückbau von Industriebetrieben/Fertigungskomplexen

Der Grundfall ist gegeben als Folge von Umsatzrückgang, des Abbaus der Fertigungstiefe, der Auslagerung von Produktionsstufen bzw. der Konzentration auf Kernproduktprofile. Im Wesentlichen führt dieser Prozess zur Neuanpassung von Kapazitäten und Strukturen sowohl der Produktionsbereiche als auch der entsprechenden Nebengebiete (z. B. Instandhaltung, Ver- und Entsorgung) bzw. von indirekten Produktionsbereichen (z. B. Arbeitsvorbereitung, Vorrichtungsbau).

Merkmale dieses Grundfalls sind:

- Neustrukturierung von Produktionsprogrammen (u. U. Integration von Neu- bzw. Ergänzungsprodukten)
- Redimensionierung (Potenzialabsenkung)
- Neudimensionierung von Produktions- und Logistikausrüstungen (Systemverkleinerung)
- Restrukturierung (Potenzialumbau)
- Neustrukturierung der Gestaltungs- und Organisationslösungen der Fertigungskomplexe.

Grundfall E: Revitalisierung von Industriebetrieben (Industriebrachen)

Dieser Grundfall liegt vor, wenn stillgelegte Industriebetriebe einer neuen industriellen Nutzung zugeführt werden sollen. Mit Revitalisierung wird der spezifische Umgestaltungsprozess bezeichnet, er stellt im Kern einen Sanierungsprozess dar [1.12] bis [1.14]. Merkmale dieses Grundfalls sind:

- Neunutzung/Umnutzung Standort
- Abbruch/Sanierung von Flächen- und Raumstrukturen
- globale/exakte Vorgaben zum Produktionsprogramm
- Restrukturierung/Neugestaltung der Fertigungskomplexe, Gebäudestrukturen
- Erzielung optimaler Prozesslösungen aufgrund hoher Freiheitsgrade im Gestaltungsprozess.

■ 1.3 Merkmale von Fabrikplanungsaufgaben

Fabrikplanungsaufgaben besitzen grundsätzlich einen stark **interdisziplinären Charakter**, hervorgerufen durch die hohe Komplexität und Verschiedenartigkeit der einzubeziehenden Fachdisziplinen. Von Beginn der Planungsaufgabe an ist daher eine betont teamorientierte Zusammenarbeit unterschiedlicher Fachdisziplinen durch das Management zu praktizieren. Je nach Problemlage sind neben den Planungsingenieuren in das **Planungsteam** einzubeziehen:

- Mitarbeiter der Arbeitsvorbereitung (AV)
- Mitarbeiter der Organisationsbereiche (Informations- und Steuerungstechniken, ERP/PPS-Anwendung)
- Mitarbeiter kaufmännischer Bereiche (Kostenanalysen, Investitionsrechnungen, Finanzierungsmanagement)
- Bauingenieure, Industriearchitekten (Tiefbau/Hochbau)
- Spezialisten für Sondergewerke (z. B. Heizungstechnik, Klimatisierung, Lüftungstechnik, Ver- und Entsorgungstechniken, Arbeitssicherheit)
- Spezialisten für Planungs- und Entscheidungstechniken (z. B. Anbieter von Simulationstechniken für Fabrik- und Materialflussprozesse, Anbieter von Bau- und Montageablauf-Managementsystemen).

Wesentlich für den Planungsablauf ist, dass in den Fällen baurelevanter Planungsobjekte **Industriearchitekten** als Mitglied des Planungsteams in die Koordinierung (Ablauf) und Integration (Gewerke) verantwortlich eingebunden sind. Deren dazu erforderliche Leistungsphasen sind gemäß der „HOAI-Objektplanung“ in den Fabrikplanungsablauf einzuordnen.

Fabrikplanungsaufgaben besitzen im Regelfall typische Merkmale von **Projekten**, d. h., sie sind charakterisiert durch:

- Einmaligkeit, Neuartigkeit und Komplexität der Aufgabenstellung und Problemlage (Unikate-Charakter)

Index

A

ABC-Analyse 60
Abfallentsorgung 193
Ablauflogik 76
Analyse 43
Analysebereich 57
Anfangszustand 236
Anforderungskriterien 261
Anforderungsmatrix 153
Anforderungsprofil 89, 241
Anordnungsprinzipien 121
Anordnungsstruktur 165, 303
Anpassungsfaktoren 155 f.
Anpassungsprozess 153, 305
Ansprechhäufigkeit 296
Arbeitsablaufschemata 79
Arbeitspläne 79
Arbeitsplatzebene 104
Arbeitsplatzgestaltung 194
Arbeitsplatzstruktur 15, 76, 104
Attraktivität 12
Aufbauorganisation 20
Aufbauverfahren 149
Aufgabenstellungen
– globale 55
Auftragsvergabe 196
Aufzüge 170
Ausbauendzustand 249
Ausbaustufen 264
Ausführung 46, 198
Ausführungsplanung 39, 46, 195, 318
Ausführungsprojekt 188, 195

Ausführungsprojektierung 42
Ausgangslager 109, 174
Ausgleichsfunktionen 173
Ausgleichslagerung 292
Ausreißerminimierung 296
Ausrüstungsfundamentierung 192
Ausrüstungsinstallation 312
Ausrüstungssystem 232
Ausschreibungen 196

B

Basisvarianten 272
Baukenngrößen 256
Baukonstruktion 263
Baunutzung 256
Baunutzungsverordnung 256
Bauplanung 29
Baustelleneinrichtung 196
Baustellenmontage 139
Baustuktur 262
Bauzonen 254, 256
Bearbeitungskapazität 84
Bearbeitungssystem 301
Bearbeitungstechnologie 297
Bebauungsformen 256
Bebauungsplan 256
Bebauungsplanung 241, 254
Bebauungsvarianten 257
Bedarfsabschätzung 293
Bedarfslisten 196
Bedarfsprognosen 90
Bedienungsprozess 223

Belegungsschema 275
Benchmarking 54
Bereichsbeziehungen 253
Bereichsbildung 79, 252
Bereichsebene 104
Bereichsfolge 79
Bereichsgrundriss 153
Bereichsstruktur 15, 76, 104
Bereitstellungsfunktion 173
Bereitstellungslagerung 292
Betriebsdatenerfassungssysteme 318
Betriebsmittel 84
Betriebsmittelbedarf 86
Betriebsvergleich 60
Bevorratungsfunktion 173
Bewegungsdaten 60, 227
Bewertungskriterien 182
Bewertungsmatrix 116
Bewertungsmethoden 246
Blocklayout 146
Bodenlagerung 176
Bottom-up-Ansatz 22
Bottom-up-Methode 234
Break-Even-Analyse 66
Brutto-Personalbedarf 89

D

Datenanpassungen 318
Datenerfassung 57
Datenvergleiche 60
Demonstrationsmodell 306
Detailplanung 47
Dezentralisierung/Partizipation 26, 37
Dimensionierung 44, 83, 298, 301
– dynamische 84, 275
– statische 84, 275
Dispositionsaufwand 302
Distanzmatrix 116
Druckluft 102
Durchlaufregallager 177
Durchlaufzeit 104

E

Einflussparameter 227
Einflussprojektorganisation 285
Eingangslager 174
Einschwingphase 236
Einzelplatzmontage 139
Elektroenergie 101
Elementarisierung 23
Empfindlichkeitsanalyse 237
Entsorgungstechniken 193
Erfolgswahl 63, 69, 287
Ergebnisanalyse 236
Ergebnisinterpretation 236
Ergebnisumsetzung 237
Erzeugniselemente 77
Erzeugnisstruktur 77
Experimentierablauf 272
Experimentiererergebnisse 273
Experimentierpläne 235

F

Fabrik
– digitale 29, 220
– fraktale 32
– prozessbezogene 261
– wandlungsfähige 30
Fabrikbausteine 32
Fabrikbetrieb 70, 110
Fabrikkonzept 12, 14
Fabriklayout 254
Fabriklebenszyklus 15, 21
Fabrikmodularisierung 31
Fabriknutzungsphase 21
Fabrikplanung 11, 63, 110
– 6-Phasen-Modell 40
– Dilemma 21
– dynamische 220
– gleitende 20
– globale 27
– kooperative 20, 28, 161
– logistikgerechte 71
– rollende 22, 319
– statische 220
– synergetische 29

- Fabrikplanungsablauf 53, 283
 - Fabrikplanungsaufgaben 23
 - Fabrikplanungsgrundfälle 54
 - Fabrikplanungslogik 15
 - Fabrikplanungsphase 21
 - Fabrikplanungsprojekte 20
 - Fabrikplanungsprozess 11, 72
 - teambasierender 29
 - Fabrikplanungssystematik 34, 37, 43, 280
 - Fabrikstruktur 14 f., 73, 205
 - prozessorientierte 250
 - Fabrikstrukturplanung 12, 42, 47, 241
 - Fachregallager 177
 - Fähigkeitsprofil 89
 - Feasibility-Studie 50 f., 187, 311
 - Feinlayout 143, 195, 312
 - Feinplanung 49 f., 188, 284, 311
 - Feinprojekt 46
 - Fertigungsabschnitte
 - integrierte gegenstandsspezialisierte 129, 289
 - Fertigungsarten 131
 - Fertigungsauftragsbildung 297
 - Fertigungsfläche 96
 - Fertigungsformen 106, 121, 131, 289
 - gleitende Montage 139
 - integrierte 126 f., 135
 - konventionelle 122
 - stationäre Montage 139
 - Fertigungsinsel 128
 - Fertigungsmodule 217
 - Fertigungssegmentierung 33, 208, 294
 - Fertigungsstraße
 - flexible 126
 - Fertigungsstufen 78
 - Fertigungssystem
 - flexibles 127
 - Fertigungszelle
 - flexible 126
 - Finanzbedarf 293
 - Finanzbedarfsplan 75
 - Flachbauten 259
 - Flächen 93
 - Flächenbedarf 95, 302
 - Flächenbilanz 155
 - Flächenermittlung
 - funktionale 96
 - Flächengliederung 93
 - Flächennutzungsplan 256
 - Flächenraasterung 255
 - Flexibilität 12, 25, 31, 55, 64, 126
 - Fließfertigung 124
 - Fließmontage 139 f.
 - Flurfördermittel 310
 - Flussbeziehungen 79
 - Flussintensität 114 f.
 - Flussrichtung 114
 - Flusssysteme 16, 57, 104
 - Förderhilfsmittel 166
 - Fördermittel 165, 168
 - gleisgebundene 169
 - gleislose 169
 - spurgeführte 170
 - stetige 168
 - unstetige 169
 - Fördermittelauswahl 168
 - Förderprozesse 165
 - Fördersystem 301
 - Fraktal 33
 - Freiflächen 254
 - Funktionsachsen 255
 - Funktionsbestimmung 44, 76, 294
 - Funktionseinheiten 75, 103, 145
 - Funktionsintegration 26
 - Funktionsschema 76 f., 175, 249
 - bereichsbezogenes 81
 - flächenmaßstäbliches 82
 - Funktionszonen 254
- G**
- Gebäudeebene 104
 - Gebäudeform 258
 - Gebäudegestaltung 262
 - Gebäudegrundriss 258
 - Gebäudestruktur 15, 104
 - Gebäudesystem 32, 43
 - Gebäudewahl 258, 261
 - Gedankenmodell 234
 - Genehmigungsanträge 196

Generalbebauung 252, 264
Generalbebauungsplan 104, 248, 250
Generalbebauungsplanung 12, 248 f.
Generalstruktur 15, 103, 250
Gesamtarbeitsablaufschemata 79
Gesamtbetriebsschema 249
– ideales – flächenmaßstäbliches 253
– ideales – flächenneutrales 253
– idealisiertes 249
Geschlossenheitsgrad 135, 301
Geschossanzahl 259
Geschossbauten 259
Gestaltung 45, 151, 305
Gewichtungsfaktoren 184
Globalisierung 27
Groblayout 143
Grobplanung 42, 47, 50, 76, 284, 294
Grundrissstrukturen 259
Grundstückswahl 239
Gruppenarbeit 323
Gruppenfertigung 124
Gruppenmontage 139

H

Hallenbauten 259
Häufigkeitsverteilungsdiagramm 60
Hebezeuge 169
Heizung 101
Hochbauten 259
Hochlaufphase 199
Hoch- und Flachbauzonen 260

I

Ideallayout 106, 144, 146, 249, 303
– bereichsbezogenes 146
– werkstattbezogenes 146
Ideallayoutplanung 145 f.
Idealplanung 25, 43 f., 49, 75, 103, 292
Implementierung 234
Inbetriebnahme 198 f.
Industrie 4.0 29 f.
Industriearchitektur 262
Industriebauwerke 258

Industriegase 102
Industrieraster 159
Installationstechnik 261
Integration 43
Intensitätsmatrix 114
Inversionsgesetz 63
Investitionskosten 75, 293
Investitionsprozess 11
Investitionsrechnung 187

J

Just-in-time-Strukturen 214

K

Kanban-Karte 213
Kanban-Strukturen 213
Kapazität
– qualitative 85
– quantitative 85
Kapazitätsanpassung 85
Kapitalbindung 105
Kennzahlen 54, 74
Kennzahlenmethode 91
Kennzahlenvergleiche 60
Kennzahlprojektierung 74
Kernfunktionen 44, 47
Kernmodul 217
Kernprozess 217
Klimatechniken 193
Kommissionierfunktion 173
Kommunikation 263
Kommunikationsplattform 29, 161, 163
Komplexitätsabbau 208
Komplexläger 323
Konstruktionskritik 71
Konzept 43
Konzeptplanung 39, 47
Kooperationsgrad 133, 135, 299
Kopplungselemente 110
Kreisverfahren 149
Kundenentkopplungspunkt 73

L

Ladeeinheiten 166
 Ladeeinheitenbildung 168
 Lager 172
 Lagerarten 175
 Lagerdatei 315
 Lagerfachverwaltung 315
 Lagerfunktionen 174
 Lagerkonzepte 176
 Lagerplanung 178
 Lagersystem 301
 Lagertechniken 172
 Lagerung 172
 – dezentrale 175
 – zentrale 175
 Lagerzone 173
 Layoutanpassungsprozess 151, 164
 Layoutarten 143
 Layoutgestaltung 152
 Layoutplanung 161
 – Methoden 159
 – Werkzeuge 159
 Layout-Planungstechniken 160
 Layoutstrukturen 163
 Layoutvarianten 155
 Lebensdauerkurven 68
 Leistungsentflechtung 298
 Leistungsprogramm 44
 Leistungsrahmen 64
 Linearitätsgrad 115
 Linienstruktur 133, 145
 Logistikelemente 151, 164, 305
 Logistikflächen 217
 Logistikfunktionen 104
 Logistikkosten 104
 Logistikmerkmale 70
 Logistikmodule 217
 Logistikprinzip 71, 165, 205, 287
 Logistikprozesse 107
 Lösungsoptimierung
 – iterative 223
 Lüftung/Klimatisierung 101

M

Machbarkeitsstudie 285
 Marktattraktivitäts-Portfolios 67
 Maschinenarbeitsplatzfläche 98
 Maschinenaufstellung 189
 Maschinengrundfläche 98 f.
 Materialfluss 106
 Materialflussanalyse 60, 109, 132
 Materialflussbeziehungen 79, 109 f.
 Materialflussebene 108
 – innerbereichliche 109
 – zwischenbereichliche 108
 Materialflussgestaltung 288
 – bereichsbezogene 157
 – werkstattbezogene 158
 Materialflussgrundsätze 156 f., 305
 Materialflussintensitäten 109
 Materialflusslogistik 322
 Materialflussmatrix 133
 Materialflussoptimierung 107
 Materialflussprozesse 104
 Materialflussschema 117
 Materialflussspine 217
 Materialflusstrukturen 109
 Materialflusvernetzung 79, 109, 133, 165, 294
 Medien 100
 Mengenverhalten 225, 303
 Methodenbereiche 23, 27
 Modellbildungsprozess 234
 Modelle
 – deterministische 233
 – stochastische 233
 Modellprojektierung 160
 Modularisierung 208
 Modularkonzept 32
 Modulbildung 72
 Modulstrategie 216
 Modulstruktur 217
 Montage
 – Fertigungsformen 141
 Montagearbeitsplatz 138
 Montageaufgabe 140
 Montageobjekt 138

Montageprozesse 137
Montagestrukturplanung 141

N

Nestfertigung 123
Netto-Personalbedarf 92
Netzstruktur 133, 145
Nutzwertanalyse 182, 265

O

Objektabstände 190
Objektbereiche 23, 27
Operationsfolgediagramm 79, 85, 297
Opportunity-Studie 50
Ordnungsschema 57
Organisationslösung 194
– systemexterne 315
– systeminterne 315

P

Palettenfluss 310, 323
Palettenlagerung 311
Palettenregallager 177
Palettenübergabe 312
Paternosterregal 178
Personalbedarf 88, 302
Personalbemessung 91
Planung
– ganzheitliche 24
– Wirtschaftlichkeit 24
Planungsaktivitäten 49
Planungsebene 153
Planungsergebnisse 21
Planungsfelder 11 f.
Planungsgrundfall 17, 153
Planungsgrundlagen 42
Planungsgrundsätze 23
Planungshorizont 239
Planungsinhalte 49
Planungskomplexe 40
Planungsphasen 37, 40, 46, 49, 53,
280

Planungsprozess 14
– prinzipien 39
Planungssystem 163, 299
Planungssystematik 28, 37
Planungsteam 19
– partizipatives 28
Planungstechniken 160
Planungstisch 161 f.
Planungswerkzeug 29, 220
– partizipatives 161
Planungszeiten 28
Plattformbildung 72
Plausibilitätskontrollen 60
Potenzialanalyse 56, 285
Potenzialunterschiede 73
PQ-Analyse 60, 62
Pre-Feasibility-Studie 50, 75, 294
Probelayou 96
Probiervverfahren 159
Produktdurchsatz 275
Produktentwicklungsprozess 70
Produktionseinheit 136
Produktionsfaktoren 122
Produktionsfläche 98
Produktionsflexibilität 288
Produktionslogistik 280
Produktionsnetze 72
Produktionspotenzial 53, 56
Produktionsprogramm 12, 63, 78, 83, 287
– definitives 64
– eingeengtes 65
– indifferentes 65
Produktionsprogrammanalyse 65
Produktionsprogrammarten 64
Produktionsprogrammentwicklung 12 f., 68
Produktionsprogrammmentwurf 68
Produktionsprogrammfestlegung 69
Produktionsprozess 12
Produktionsstruktur 287
Produktionssystem 31 f., 43
Produktionsvernetzung 72
Produktionszonen 254
Produktmerkmale 17
Produktsegmentierung 209, 294
Produktselbstkosten 75, 293

Produktstrom 232
 Produktstruktur 71
 Profilvergleichsmethode 89
 Programmplanung
 – kurzfristige 64
 – langfristige 64
 – mittelfristige 64
 Projekt 19
 – Ausführungsprojekt 46
 Projektablaufplanung 197
 Projektdokumentation 195
 Projektleitung 196
 Projektlösung 311
 Projektmanagement 20, 196
 Projektorganisation 20, 196
 Projektrealisierung 319
 Projektteil
 – organisatorischer 311
 – technologischer 311
 Projekttreue 25
 Projektumsetzung 42
 Prozessablaufanalysen 60
 Prozessketten 72
 Prozessmerkmale 16
 Prozesssegmentierung 211, 296
 Prüfkomplexe 234
 Pull-Prinzip 73
 Punktbewertung 184, 246
 Punktfertigung 122
 Punktstruktur 133, 145
 Punktwertmethode 265
 Push-Prinzip 73

R

Raumgestaltung 263
 Reallayout 151f., 305
 Reallayoutvarianten 181
 Realplanung 43, 45, 49, 151, 305
 Regalbediengerät 169, 310
 Regalförderzeuge 169
 Regallagerung 176
 Regalsysteme 302
 Reihenfertigung 123
 Reihenmontage 139

S

Sankey-Diagramm 117
 Schätzverfahren 90
 Segmentautonomie 212
 Sensitivitätsanalysen 279
 Simulation
 – ereignisorientierte 230
 Simulationsexperiment 235, 268
 Simulationsmodell 223, 233, 270
 Simulationssysteme
 – bausteinorientierte 228
 Simulationstechnik 220, 225, 298
 Simulationsuntersuchungen 230
 Simulationswürdigkeit 232
 Situationsplan 254
 Sondergestelle 177
 Sortierung
 – topologische 115
 Späneentsorgung 193
 Stammdaten 227
 Standortentscheidung 246
 Standortfaktoren
 – globale, regionale und lokale 245
 Standortinformationen 245
 Standortkriterien 243
 Standortpläne 240
 Standortplanung 12, 239
 Standortstruktur 15
 Standortvarianten 245
 Staubildung 275
 Stellenplanmethode 92
 Stetigförderer 169, 178
 Steuerrechner 315
 Störungsverhalten 232
 Strukturbestimmung 106
 Strukturebenen 15, 31
 Strukturen
 – modulare 216
 Strukturierung 45, 103, 303
 Strukturierungsprinzip 205, 209, 213, 215 ff.
 Strukturplanung 103, 121, 144, 303
 Strukturtyp 103, 121, 133, 145
 Stücklistenauflösung 78

Stufenweises Vorgehen (Iteration) 24
Synthese 43
Systemanalyse 232, 268
Systemauslastung 275
Systemsynthese 44
Systemweiterentwicklung 319
Systemzustände 236
– instationäre 236
– stationäre 236
Szenarietechniken 55

T

Taktstraßenmontage 139
Technologiefunktion 173
Teilefertigungsprozesse 122
Teilplanungsphasen 43, 49
Terminverhalten 225
Top-down-Ansatz 22
Top-down-Methode 234
Transportintensitäten 165
Transportkostenminimierung 246
Transportmatrix 113

U

Übergabe 198
Übergabewagen 310
Übergangsstruktur 124
Umlaufregal 178
Umzugsplanung 196
Unstetigförderer 169
Unternehmensnetzstruktur 15
Unternehmensplanung 11

V

Validierung 235
Variantenauswahl 152, 181
Variantenprinzip 24
Verfahren
– kombinierte 149
Verhaltenskenngrößen 225
Verhältniskennzahlen 91
Verifizierung 235

Vernetzungscharakter 76
Verrichtungsprinzip 122
Verschieberegal 177
Versorgungstechniken 192
Versuchsplanung 235
Vertauschungsverfahren 149
Verteilungsfunktionen 233
Visualisierung 24
Vorfertigung 281
Vorplanung 46, 56, 71, 204, 222, 268, 285
Vorzugsvariante 152, 184 f., 265

W

Wanderregal 178
Wandlungsbedarf 14
Wandlungsfähigkeit 12, 14, 25, 31, 55
Wandlungstreiber 30
Warteprozess 224
Warteschlangenbildung 224, 288
Wasser/Abwasser 102
Werkplanung 11
Werkstättenfertigung 123
Werkstattfertigung 122
Werkstattfläche 96, 98
Werkstattgrundriss 153
Werkstattlayout 143
Werkstrukturplanung 11
Wertanalysen 60
Wertschöpfungsanalyse 23
Wertschöpfungskette 70
Wertschöpfungsknoten 15
Wertschöpfungsnetz 15
Wertschöpfungsprozess 15
Wertstromanalyse 60
Wirtschaftlichkeit 12

X

XYZ-Analyse 60

Z

Zeitbauwerke 262

Zeitreihenanalyse 60

Zeitverhalten 225, 303

Zielfelder 12

Zielformulierung 231

Zielplanung 39, 46, 53, 283

Zuordnungsproblem 145, 250

Zustandsdaten 60

Zwischenlager 174