



Leseprobe

Claus-Gerold Grundig

Fabrikplanung

Planungssystematik - Methoden - Anwendungen

ISBN (Buch): 978-3-446-44215-3

ISBN (E-Book): 978-3-446-44157-6

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-44215-3>

sowie im Buchhandel.

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen der Fabrikplanung	11
1.1 Grundprinzipien	11
1.2 Planungsgrundfälle	18
1.3 Merkmale von Fabrikplanungsaufgaben	20
1.4 Planungsgrundsätze	25
1.5 Entwicklungstendenzen	29
1.5.1 Grundprinzipien	29
1.5.2 Globale Fabrikplanung	30
1.5.3 Kooperative Fabrikplanung	31
1.5.4 Digitale Fabrik	32
1.5.5 Wandlungsfähige Fabrik	33
1.5.6 Fraktale Fabrik	35
2 Fabrikplanungssystematik	37
2.1 Planungsablauf	37
2.2 Planungsphasen	50
3 Fabrikplanungsablauf – Planungsphasen	54
3.1 Zielplanung	54
3.2 Vorplanung	57
3.2.1 Analyse Produktionspotenzial	57
3.2.2 Ableitung Produktionsprogramm	64
3.2.3 Standortklärung (optional)	72
3.2.4 Vorgabe Logistikprinzip/Lösungskonzept	73
3.2.5 Bedarfsabschätzung	77
3.3 Grobplanung – Lösungsvarianten	80
3.3.1 Funktionsbestimmung – Produktionssystem	80
3.3.1.1 Grundprinzipien	80
3.3.1.2 Ableitung Funktionsschema	82
3.3.2 Dimensionierung – Teilsysteme	88
3.3.2.1 Grundprinzipien	88
3.3.2.2 Betriebsmittel	89
3.3.2.3 Personal	94
3.3.2.4 Flächen	100
3.3.2.5 Medien	108
3.3.3 Strukturierung – Objektanordnung	111
3.3.3.1 Grundprinzipien	111
3.3.3.2 Analyse Materialfluss	116

3.3.3.3	Bestimmung Fertigungsform	132
3.3.3.4	Entwurf Ideallayout	158
3.3.4	Gestaltung – Lösungsvarianten	167
3.3.4.1	Grundprinzipien	167
3.3.4.2	Entwurf Reallayout	168
3.3.4.3	Zuordnung Logistikelemente	182
3.3.4.4	Variantenauswahl – Vorzugsvariante	200
3.4	Feinplanung – Ausführungsprojekt	208
3.5	Ausführungsplanung	217
3.6	Ausführung/Inbetriebnahme	219
4	Strukturrelevante Logistikprinzipien	222
4.1	Grundprinzipien	222
4.2	Lagerorientierte Strukturen	223
4.3	Segmentierte Strukturen	226
4.4	Kanban-Strukturen	231
4.5	Just-in-time-Strukturen	233
4.6	Modulare Strukturen	235
5	Simulationstechnik im Fabrikplanungsprozess	239
5.1	Grundprinzipien	239
5.2	Anwendungsmethodik	250
6	Standortplanung	260
6.1	Planungsinhalte	260
6.2	Planungsmethodik	263
7	Generalbebauungsplanung	269
7.1	Planungsinhalte	269
7.2	Planungsmethodik	271
8	Fabrikplanungsbeispiele – Industrieanwendungen	290
8.1	Simulationsuntersuchungen zur Auslegungs- und Investitionsplanung einer Fertigungslinie	290
8.1.1	Problemstellung – Investitionsobjekt Kleinteileproduktion	290
8.1.2	Untersuchungsablauf – Simulationsexperimente	291
8.1.3	Experimentiierungsergebnisse	296
8.2	Logistische Neugestaltung der Geräteproduktion durch Aufbau segmentierter, flexibel automatisierter Fertigungskomplexe	305
8.2.1	Problemstellung – Rationalisierungsobjekt Geräteproduktion	305

8.2.2	Fabrikplanungsablauf – Industrieprojekt	308
8.2.2.1	Zielplanung	308
8.2.2.2	Vorplanung	310
8.2.2.3	Grobplanung – Lösungsvariante	320
8.2.2.4	Feinplanung – Ausführungsprojekt	341
8.2.2.5	Ausführungsplanung – Shedhallenumbau	349
8.2.2.6	Projektrealisierung – Aufbau Fertigungskomplexe	350
8.2.3	Systemweiterentwicklung	350
8.2.3.1	Nutzungserfahrungen	350
8.2.3.2	Reengineering-Systemlösung	352
9	Literaturverzeichnis	356
10	Sachwortverzeichnis	369

Vorwort

Globalisierung der Produktion, steigende Marktdynamik und erhöhter Kostendruck 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 existentieller Bedeutung.

Das vorliegende Lehrbuch greift diese Entwicklungen auf und stellt in komprimierter Form klassische und innovative Inhalte wesentlicher Planungsfelder der Fabrikplanung und Entwicklungstendenzen dar. Besondere Beachtung wurde der durchgängigen und systematischen Problembearbeitung unter inhaltlich-methodischen Aspekten geschenkt. Industrieerfahrungen bestätigen immer wieder: Eine wesentliche Voraussetzung zur Sicherung einer gezielten Lösungsentwicklung und rationalen Projekterarbeitung ist die konsequente Durchsetzung einer problembezogenen und durchgängigen Planungs- und Entscheidungssystematik.

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

Das Lehrbuch entstand im 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.

Die sehr positive Aufnahme der bisherigen Auflagen des Lehrbuches haben mich veranlasst, auch in der vorliegenden 5. Auflage einige Aktualisierungen und Ergänzungen des Stoffgebietes vorzunehmen.

Besonderer Dank gilt Frau Dipl.-Ing. *Astrid Oberschmidt* und Herrn Dipl.-Ing. *Dieter Hartrampf* die mit großer Sorgfalt und Umsicht die technische Umsetzung des Manuskriptes realisiert haben. Ebenfalls Dank gilt Herrn *Jochen Horn* und Frau *Ute Eckardt* vom Carl Hanser Verlag für die nun schon jahrelange gute Zusammenarbeit. Bedanken möchte ich mich auch bei Fachkollegen und Studenten meiner Industrie-

und Hochschultätigkeit für die Vielzahl anregender Diskussionen zum Fachgebiet. 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 der Phase der Manuskripterarbeitung.

Kleinmachnow, im November 2014

Claus-Gerold Grundig

1 Grundlagen der Fabrikplanung

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 Abb. 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 Abb. 1.1 deutlich, dass das Fabrikkonzept maßgeblich vom zu gestaltenden **Produkt-**

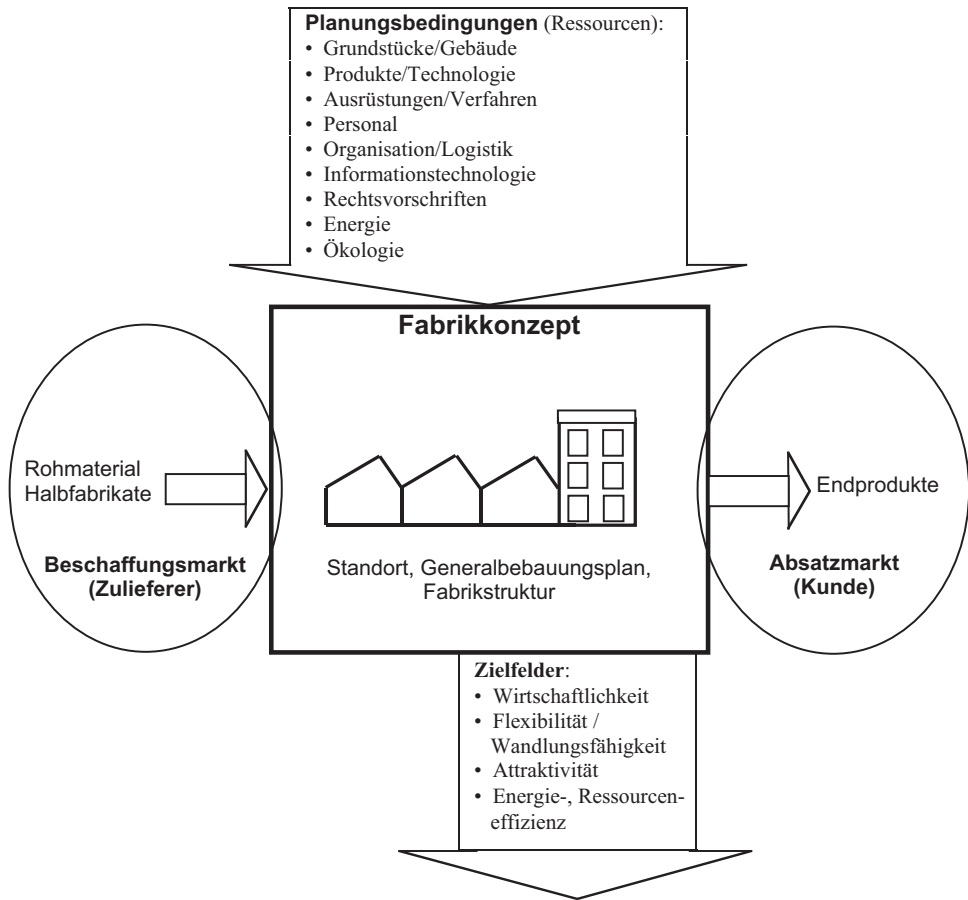


Abb. 1.1: Planungsbedingungen und Zielfelder der Fabrikplanung

tionsprozess 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

bilden die Kerngrundlagen (Ausgangsgrößen) der Fabrikplanung. Die Güte der Vorbestimmung kurz-, mittel- bzw. langfristig zu erwartender **Produktionsprogramm-**

entwicklungen 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 Fabrikplanungsprozesses, 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 zielorientierter permanenter 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/Marktturbulenz) 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

10 Sachwortverzeichnis

A

ABC-Analyse 62
Abfallentsorgung 214
Ablauflogik 81
Analyse 43
Analysebereich 58
Anfangszustand 257
Anforderungskriterien 284
Anforderungsmatrix 169
Anforderungsprofil 94, 263
Anordnungsprinzipien 132
Anordnungsstruktur 183, 331
Anpassungsfaktoren 171f.
Anpassungsprozess 169, 333
Ansprechhäufigkeit 323
Arbeitsablaufschemata 84
Arbeitspläne 83
Arbeitsplatzebene 112
Arbeitsplatzgestaltung 215
Arbeitsplatzstruktur 15, 80, 112
Attraktivität 12
Aufbauorganisation 21
Aufbauverfahren 164
Aufgabenstellungen
– globale 56
Auftragsvergabe 218
Aufzüge 188
Ausbauendzustand 270
Ausbaustufen 287
Ausführung 51, 219
Ausführungsplanung 39, 51, 217, 349
Ausführungsprojekt 208, 217
Ausführungsprojektierung 42
Ausgangslager 118, 192
Ausgleichsfunktionen 191
Ausgleichslagerung 318
Ausreißerminimierung 323
Ausrüstungsfundamentierung 212

Ausrüstungsinstallation 344

Ausrüstungssystem 253

Ausschreibungen 218

B

Basisvarianten 294
Baukenngrößen 278
Baukonstruktion 286
Baunutzung 278
Baunutzungsverordnung 278
Bauplanung 31
Baustelleneinrichtung 218
Baustellenmontage 153
Baustruktur 286
Bauzonen 276, 279
Bearbeitungskapazität 89
Bearbeitungssystem 328
Bearbeitungstechnologie 323
Bebauungsformen 278
Bebauungsplan 278
Bebauungsplanung 262, 276
Bebauungsvarianten 280
Bedarfsabschätzung 319
Bedarfslisten 218
Bedarfsprognosen 95
Bedienungsprozess 244
Belegungsschema 299
Benchmarking 55
Bereichsbeziehungen 274
Bereichsbildung 84, 274
Bereichsebene 112
Bereichsfolge 83
Bereichsgrundriss 169
Bereichsstruktur 15, 80, 112
Bereitstellungsfunktion 192
Bereitstellungslagerung 318
Betriebsdatenerfassungssysteme 349
Betriebsmittel 89
Betriebsmittelbedarf 91

Betriebsvergleich 61
Bevorratungsfunktion 192
Bewegungsdaten 61, 248
Bewertungskriterien 201
Bewertungsmatrix 126
Bewertungsmethoden 267
Blocklayout 161
Bodenlagerung 195
Bottom-up-Ansatz 24
Bottom-up-Methode 255
Break-Even-Analyse 69
Brutto-Personalbedarf 95

D

Datenanpassungen 347
Datenerfassung 60
Datenvergleiche 62
Demonstrationsmodell 336
Detailplanung 48
Dezentralisierung/Partizipation 28
Dimensionierung 45, 88, 325, 328
– dynamische 89, 299
– statische 88, 299
Dispositionsaufwand 330
Distanzmatrix 126
Druckluft 110
Durchlaufregallager 197
Durchlaufzeit 113

E

Einflussparameter 246
Einflussprojektorganisation 310
Eingangslager 192
Einschwingphase 257
Einzelplatzmontage 153
Elektroenergie 109
Elementarisierung 25
Empfindlichkeitsanalyse 258
Entsorgungstechniken 213
Erfolgswahl 65, 71, 311
Ergebnisanalyse 258
Ergebnisinterpretation 258

Ergebnisumsetzung 259
Erzeugniselemente 81
Erzeugnisstruktur 81
Experimentierablauf 294
Experimentiererergebnisse 296
Experimentierpläne 256

F

Fabrik

- fraktale 35
- digitale 32, 239
- prozessbezogene 284
- wandlungsfähige 33

Fabrikbausteine 35

Fabrikbetrieb 73, 120

Fabrikkonzept 12, 14f.

Fabriklayout 274

Fabriklebenszyklus 16, 22

Fabrikmodularisierung 34

Fabriknutzungsphase 22

Fabrikplanung 11, 65, 120

- 6-Phasen-Modell 40
- Dilemma 23
- dynamische 239
- gleitende 21
- globale 30
- kooperative 21, 31, 178
- logistikkongruente 74
- rollende 23, 350
- statische 239
- synergetische 31

Fabrikplanungsablauf 54, 306

Fabrikplanungsarbeiten 25

Fabrikplanungsgrundfälle 55

Fabrikplanungslogik 15

Fabrikplanungsphase 22

Fabrikplanungsprojekte 21

Fabrikplanungsprozess 11, 75

- teambasierender 32

Fabrikplanungssystematik 37, 44, 305

Fabrikstruktur 15, 76, 223

- prozessorientierte 271

- Fabrikstrukturplanung 12, 42, 48, 262
Fachregallager 195
Fähigkeitsprofil 95
Feasibility-Studie 51, 53, 208, 340
Feinlayout 159, 216, 341
Feinplanung 41, 48, 51, 209, 309, 341
Fertigungsabschnitte
– integrierte gegenstandsspezialisierte 143, 315
Fertigungsart 145
Fertigungsauftragsbildung 324
Fertigungsfläche 103
Fertigungsformen 115, 131, 145, 315
– gleitende Montage 154
– integrierte 139f., 143
– konventionelle 134
– stationäre Montage 152
Fertigungsinsel 142
Fertigungsmodule 236
Fertigungssegmentierung 35, 226, 321
Fertigungsstraße
– flexible 139
Fertigungsstufen 83
Fertigungssystem
– flexibles 140
Fertigungszelle
– flexible 139
Finanzbedarf 320
Finanzbedarfsplan 79
Flachbauten 282
Flächen 100
Flächenbedarf 102, 329
Flächenbilanz 171
Flächenermittlung
– funktionale 103
Flächengliederung 100
Flächennutzungsplan 278
Flächenrasterung 278
Flexibilität 12, 27, 33, 138
Fließfertigung 137
Fließmontage 154
Flurfördermittel 339
Flussbeziehungen 84
Flussintensität 125, 127
Flussrichtung 125
Flusssysteme 17, 58, 113
Förderhilfsmittel 184
Fördermittel 182, 186f.
– gleisgebundene 188
– gleislose 188
– spurgeführte 188
– stetige 186
– unstetige 187
Fördermittelauswahl 186
Förderprozesse 183
Fördersystem 327
Fraktal 36
Freiflächen 276
Funktionsachsen 277
Funktionsbestimmung 45, 80, 320
Funktionseinheiten 79, 111, 161
Funktionsintegration 29
Funktionsschema 80f., 193, 270
– bereichsbezogenes 85
– flächenmaßstäbliches 85
Funktionszonen 276
- G**
Gebäudeebene 112
Gebäudeform 280f.
Gebäudegestaltung 286
Gebäudegrundriss 280
Gebäudestruktur 15, 112
Gebäudesystem 34
Gebäudewahl 280, 284
Gedankenmodell 255
Genehmigungsanträge 217
Generalbebauung 273, 288
Generalbebauungsplan 112, 269, 271
Generalbebauungsplanung 11, 269f.
Generalstruktur 15, 112, 272f.
Gesamtarbeitsablaufschaema 84
Gesamtbetriebsschema 270
– ideales – flächenmaßstäbliches 275

- ideales – flächenneutrales 273
- idealisiertes 270
- Geschlossenheitsgrad 149, 328
- Geschossanzahl 282
- Geschossbauten 282
- Gestaltung 46, 167, 333
- Gewichtungsfaktoren 203
- Globalisierung 30
- Groblayout 159
- Grobplanung 42, 48, 50, 80, 309, 320
- Grundrissstrukturen 281
- Grundstückswahl 260
- Gruppenarbeit 355
- Gruppenfertigung 136
- Gruppenmontage 154

H

- Hallenbauten 282
- Häufigkeitsverteilungsdiagramm 62
- Hebezeuge 187
- Heizung 109
- Hoch- und Flachbauzonen 282
- Hochbauten 282
- Hochlaufphase 221

I

- Ideallayout 115, 159, 161, 270, 331
 - bereichsbezogenes 161
 - werkstattbezogenes 163
- Ideallayoutplanung 160f.
- Idealplanung 27, 43, 45, 50, 79, 111, 319
- Implementierung 255
- Inbetriebnahme 220f.
- Industriearchitektur 285
- Industriebauwerke 280
- Industriegase 110
- Industrieraster 176
- Installationstechnik 285
- Integration 43f.
- Intensitätsmatrix 125
- Inversionsgesetz 65

- Investitionskosten 79, 320
- Investitionsprozess 11
- Investitionsrechnung 207

J

- Just-in-time-Strukturen 233

K

- Kanban-Karte 232
- Kanban-Strukturen 231
- Kapazität
 - qualitative 90
 - quantitative 90
- Kapazitätsanpassung 91
- Kapitalbindung 113
- Kennzahlen 55, 78
- Kennzahlenmethode 97
- Kennzahlenvergleiche 61
- Kennzahlprojektierung 78
- Kernfunktionen 45, 48
- Kernmodul 236
- Kernprozess 236
- Klimatechniken 214
- Kommissionierfunktion 192
- Kommunikation 287
- Kommunikationsplattform 32, 178, 181
- Kopplungselemente 119
- Komplexitätsabbau 226
- Komplexläger 354
- Konstruktionskritik 75
- Konzept 43
- Konzeptplanung 39, 48
- Kooperationsgrad 147, 328
- Kreisverfahren 165
- Kundenentkopplungspunkt 77

L

- Ladeeinheiten 184
- Ladeeinheitenbildung 186
- Lager 191
- Lagerarten 193

Lagerdatei 346
Lagerfachverwaltung 346
Lagerfunktionen 192
Lagerkonzepte 194
Lagerplanung 199
Lagersystem 327
Lagertechniken 190
Lagerung 191
 – dezentrale 194
 – zentrale 194
Lagerzone 191
Layoutanpassungsprozess 167, 182
Layoutarten 158
Layoutgestaltung 168
Layoutplanung 178
 – Werkzeuge 175
Layout-Planungstechniken 177
Layoutstrukturen 180
Layoutvarianten 171
Lebensdauerkurven 71
Leistungsentflechtung 324
Leistungsprogramm 44
Leistungsrahmen 66
Linearitätsgrad 127
Linienstruktur 146, 160
Logistikelemente 167, 182, 333
Logistikflächen 236
Logistikfunktionen 113
Logistikkosten 113
Logistikmerkmale 73
Logistikmodule 236
Logistikprinzip 74, 183, 223, 313
Logistikprozesse 116
Lösungsoptimierung
 – iterative 243
Lüftung/Klimatisierung 109

M

Machbarkeitsstudie 310
Maschinengrundfläche 106
Marktattraktivitäts-Portfolios 70
Maschinenarbeitsplatzfläche 105

Maschinenaufstellung 209
Materialfluss 115f.
Materialflussanalyse 61, 119, 145
Materialflussbeziehungen 84, 119, 120
Materialflussebene 117
 – innerbereichliche 118
 – zwischenbereichliche 118
Materialflussgestaltung 314
 – bereichsbezogene 174
 – werkstattbezogene 174
Materialflussgrundsätze 172, 174, 333
Materialflussintensitäten 119
Materialflusslogistik 354
Materialflussmatrix 147
Materialflussoptimierung 116
Materialflussprozesse 113
Materialflussschema 128
Materialflussspine 238
Materialflusstrukturen 118
Materialflussvernetzung 84, 119, 147, 183, 321
Medien 108
Mengenverhalten 246, 330
Methodenbereiche 25, 29
Modellbildungsprozess 254
Modelle
 – deterministische 254
 – stochastische 254
Modellprojektierung 177
Modularisierung 226
Modularkonzept 34
Modulbildung 75
Modulstrategie 235
Modulstruktur 237
Montage
 – Fertigungsformen 156
Montagearbeitsplatz 152
Montageaufgabe 155
Montageobjekt 152
Montageprozesse 151
Montagestrukturplanung 156

N

Nestfertigung 136
 Netto-Personalbedarf 99
 Netzstruktur 147, 161
 Nutzwertanalyse 201, 289

O

Objektabstände 212
 Objektbereiche 25, 29
 Operationsfolgediagramm 84, 90, 324
 Opportunity-Studie 51
 Ordnungsschema 58
 Organisationslösung 215
 – systemexterne 345
 – systeminterne 345

P

Palettenfluss 339, 354
 Palettenlagerung 339
 Palettenregallager 197
 Palettenübergabe 344
 Paternosterregal 198
 Personalbedarf 94, 330
 Personalbemessung 97
 Planung
 – ganzheitliche 25
 – Wirtschaftlichkeit 26
 Planungsaktivitäten 40, 43
 Planungsebene 169
 Planungsergebnisse 22
 Planungsfelder 11 f.
 Planungsgrundfall 18, 169
 Planungsgrundlagen 42
 Planungsgrundsätze 25
 Planungshorizont 260
 Planungsinhalte 50
 Planungskomplexe 40
 Planungsphasen 37, 40, 44, 50, 54, 305
 Planungsprozess 14, 39
 Planungssystem 180, 326
 Planungssystematik 31, 37

Planungsteam 20
 – partizipatives 31
 Planungstechniken 177
 Planungstisch 178 f.
 Planungswerkzeug 32, 239
 – partizipatives 178
 Planungszeiten 31
 Plattformbildung 75
 Plausibilitätskontrollen 61
 Potenzialanalyse 57, 311
 Potenzialunterschiede 77
 PQ-Analyse 62 f.
 Pre-Feasibility-Studie 51, 79, 320
 Probelayou 103
 Probiervverfahren 175
 Produktdurchsatz 298
 Produktentwicklungsprozess 73
 Produktionseinheit 150
 Produktionsfaktoren 133
 Produktionsfläche 106
 Produktionsflexibilität 310
 Produktionslogistik 305
 Produktionsnetze 76
 Produktionspotenzial 54, 57
 Produktionsprogramm 13, 64, 82, 88, 311
 – definitives 66
 – eingegengtes 67
 – indifferentes 67
 Produktionsprogrammanalyse 68
 Produktionsprogrammarten 66
 Produktionsprogrammentwicklung 13, 70
 Produktionsprogrammmentwurf 70
 Produktionsprogrammfestlegung 71
 Produktionsprozess 12
 Produktionsstruktur 313
 Produktionssystem 34
 Produktionsvernetzung 76
 Produktionszonen 276
 Produktmerkmale 17
 Produktsegmentierung 229, 321

Produktselbstkosten 79, 320
Produktstrom 253
Produktstruktur 75
Profilvergleichsmethode 95
Programmplanung
– kurzfristige 66
– langfristige 66
– mittelfristige 66
Projekt 20
– Ausführungsprojekt 51
Projektablaufplanung 218
Projektdokumentation 216
Projektleitung 217
Projektlösung 341
Projektmanagement 21, 217
Projektorganisation 21, 217
Projektrealisierung 350
Projektteil
– organisatorischer 340
– technologischer 340
Projekttreue 27
Projektumsetzung 42
Prozessablaufanalysen 62
Prozessketten 75
Prozessmerkmale 16
Prozesssegmentierung 229, 323
Prüfkomplexe 255
Pull-Prinzip 77
Punktbewertung 204, 267
Punktfertigung 134
Punktstruktur 146, 160
Punktwertmethode 289
Push-Prinzip 77

R

Raumgestaltung 287
Reallayout 168f., 333
Reallayoutvarianten 201
Realplanung 43, 46, 50, 167, 333
Regalbediengerät 187, 339
Regalförderzeuge 187
Regallagerung 195

Regalsysteme 329
Reihenfertigung 136
Reihenmontage 154

S

Sankey-Diagramm 127
Schätzverfahren 95
Segmentautonomie 231
Sensitivitätsanalysen 303
Simulation
– ereignisorientierte 250
Simulationsexperiment 256, 291
Simulationsmodell 243, 254, 292
Simulationssysteme
– bausteinorientierte 248
Simulationstechnik 239, 246, 325
Simulationsuntersuchungen 250
Simulationswürdigkeit 252
Situationsplan 277
Sondergestelle 197
Sortierung
– topologische 126
Späneentsorgung 213
Stammdaten 248
Standortentscheidung 268
Standortfaktoren
– globale, regionale und lokale 266
Standortinformationen 265
Standortkriterien 264
Standortpläne 261
Standortplanung 11, 260
Standortstruktur 16
Standortvarianten 267
Staubildung 298
Stellenplanmethode 98
Stetigförderer 187, 198
Steuerrechner 346
Störungsverhalten 253
Strukturbestimmung 115
Strukturebenen 15, 34
Strukturen
– modulare 235

Strukturierung 45, 111, 331
Strukturierungsprinzip 224, 229, 232,
234, 236
Strukturplanung 112, 133, 160, 331
Strukturtyp 112, 132, 146, 160
Stücklistenauflösung 83
Stufenweises Vorgehen (Iteration) 26
Synthese 43f.
Systemanalyse 253, 291
Systemauslastung 298
Systemweiterentwicklung 350
Systemzustände 257
– instationäre 257
– stationäre 257
Szenarientechniken 56

T

Taktstraßenmontage 154
Technologiefunktion 192
Teilefertigungsprozesse 133
Teilplanungsphasen 43
Terminverhalten 246
Top-down-Ansatz 24
Top-down-Methode 255
Transportintensitäten 183
Transportkostenminimierung 267
Transportmatrix 123

U

Übergabe 220
Übergabewagen 339
Übergangsstruktur 136
Umlaufregal 197
Umzugsplanung 218
Unstetigförderer 187
Unternehmensnetzstruktur 16
Unternehmensplanung 11

V

Validierung 256
Variantenauswahl 167, 200
Variantenprinzip 27

Verfahren
– kombinierte 165
Verhaltenskenngrößen 246
Verhältniskennzahlen 97
Verifizierung 255
Vernetzungscharakter 81
Verrichtungsprinzip 134
Verschieberegale 197
Versorgungstechniken 213
Versuchsplanung 256
Vertauschungsverfahren 164
Verteilungsfunktionen 254
Visualisierung 26
Vorfertigung 306
Vorplanung 50, 57, 74, 222, 241, 291,
310
Vorzugsvariante 167, 204f., 288

W

Wanderregal 198
Wandlungsbedarf 15
Wandlungsfähigkeit 12, 14, 27, 34, 56
Wandlungstreiber 33
Warteprozess 244
Warteschlangenbildung 244, 314
Wasser/Abwasser 110
Werkplanung 11
Werkstättenfertigung 136
Werkstattfertigung 134
Werkstattfläche 103, 105
Werkstattgrundriss 169
Werkstattlayout 158
Werkstrukturplanung 11
Wertanalysen 62
Wertschöpfungsanalyse 25
Wertschöpfungskette 73
Wertschöpfungsknoten 16
Wertschöpfungsnetz 16
Wertschöpfungsprozess 16
Wertstromanalyse 62, 130
Wirtschaftlichkeit 12

X

XYZ-Analyse 62

Z

Zeitbauwerke 286

Zeitreihenanalyse 62

Zeitverhalten 246, 331

Zielfelder 12

Zielformulierung 252

Zielplanung 39, 50, 54, 308

Zuordnungsproblem 161, 271

Zustandsdaten 61

Zwischenlager 192