

Dolezalek · Warnecke

Planung von Fabrikanlagen

Zweite Auflage



Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York

C. M. Dolezalek · H. J. Warnecke

Planung von Fabrikanlagen

Zweite, neubearbeitete und erweiterte Auflage
unter Mitwirkung von W. Dangelmaier

Springer-Verlag
Berlin · Heidelberg · New York 1981

Dipl.-Ing. Carl Martin Dolezalek
o. Professor em., Universität Stuttgart

Dr.-Ing. Hans-Jürgen Warnecke
o. Professor, Lehrstuhl und Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb
der Universität Stuttgart
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung, Stuttgart

Dr.-Ing. Wilhelm Dangelmaier
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung, Stuttgart
Lehrbeauftragter an der Universität Stuttgart

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Dolezalek, Carl M.:
Planung von Fabrikanlagen / C. M. Dolezalek ; H. J. Warnecke. — 2., neubearb. u. erw. Aufl. / unter Mitw.
von W. Dangelmaier. — Berlin, Heidelberg, New York : Springer, 1981.
NE: Warnecke, Hans-Jürgen:

ISBN 3-540-10580-8 2. Aufl. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York
ISBN 0-387-10580-8 2nd ed. Springer-Verlag New York Heidelberg Berlin

ISBN 3-540-05956-3 Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York
ISBN 0-387-05956-3 Springer-Verlag New York Heidelberg Berlin

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

Die Vergütungsansprüche des § 54, Abs. 2 UrhG, werden durch die „Verwertungsgesellschaft Wort“, München, wahrgenommen.

© by Springer-Verlag Berlin/Heidelberg 1981.

Printed in Germany.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buche berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Gesamtherstellung: Konrad Triltsch, Würzburg.

2362/3020 — 543210

Vorwort zur zweiten Auflage

Die erste Auflage dieses Buches hat eine gute Aufnahme in Wissenschaft und Praxis gefunden, da es die Fragen, die in der Fabrikplanung auftreten, umfassend behandelt und beantwortet. Der Springer-Verlag hat sich deshalb zu einer neuen Auflage entschlossen, die selbstverständlich erst nach einer Überarbeitung durchgeführt wurde. So wurden Anregungen berücksichtigt, Kennzahlen überarbeitet, neue Verordnungen und Richtlinien beachtet, aber auch insbesondere die rechnerunterstützte Fabrikplanung neu dargestellt.

Die rechnerunterstützte Fabrikplanung mit Hilfe von Optimierungs- und Simulationsverfahren und -programmen hat in den 70er Jahren eine starke wissenschaftliche Untermauerung gefunden, in der Praxis wird zunehmend davon Gebrauch gemacht. Arbeiten dazu hatte C. M. Dolezalek an dem von ihm geleiteten Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung in Stuttgart begonnen. Sie wurden dann bis heute von seinem Nachfolger, H. J. Warnecke, intensiv fortgesetzt, so daß heute von diesem Institut entwickelte Software zur Fabrikplanung angeboten wird und zunehmende Verbreitung findet. Ein Problem dabei ist stets die Bereitstellung und Aufarbeitung der erforderlichen Eingabeinformationen, die ebenfalls weitgehend mit Rechnerunterstützung aufgrund vorliegender Produktionsprogramme und Fertigungspläne durchgeführt wird. Sehr viele Randbedingungen können berücksichtigt werden, darüber hinaus ist jedoch auch heute das Planen im Dialog mit dem Rechner möglich, so daß die persönlichen Erfahrungen des Planers in den Rechner mit eingegeben werden können.

Das Ergebnis einer Planung ist zunächst einmal „statisch“, das nur für eine verhältnismäßig kurze Zeitspanne optimal sein kann, besonders bei den heute schnell verlaufenden Veränderungen auf den Märkten im Binnenland wie im Export. Fabrikplanung muß deswegen zunehmend „dynamisch“ betrachtet und betrieben werden. Man muß sich einmal bewußt sein, daß die zugrunde gelegten Randbedingungen Veränderungen unterworfen sind und größtmögliche Flexibilität der Fabrik gegeben sein muß. Das bedeutet dann wiederum, daß nicht die Neuplanung im Vordergrund vielfältigen Interesses steht, sondern das Ändern, das Umplanen, das Planen von Erweiterungen, ja auch Schrumpfungen. Wenn dazu nicht oder schlecht geplant wird, so sind kostenträchtige Abläufe über längere Zeiträume die Folge. Zur Fabrikplanung gehört deshalb auch zunehmend die Kontrolle sowie die in die Zukunft reichende Simulation von Abläufen, zum Beispiel im Lager- und im Förderwesen.

Herr Dr.-Ing. W. Dangelmaier leitet an dem bereits genannten Institut die Abteilung Fabrikplanung und hat sich in den letzten Jahren eingehend mit den aktuellen Problemen und Lösungsmethoden befaßt. Er hat wesentlich zur Erweiterung dieser zweiten Auflage beigetragen. Für seine Mitwirkung sei ihm gedankt.

Die Autoren danken dem Springer-Verlag, daß er die zweite Auflage herausbringt, und hoffen, daß das Buch wiederum eine gute Aufnahme in der Fachwelt finden wird, indem es dem angehenden Planer von Fabrikanlagen bei seiner verantwortungs- und risikvollen Aufgabe eine zuverlässige Hilfe ist.

Stuttgart, im Februar 1981

C. M. Dolezalek · H. J. Warnecke

Aus dem Vorwort zur ersten Auflage

Der Begriff „Planung“ ist wie viele andere Begriffe durch die heutigen geistigen Strömungen vielfach mißbraucht worden und in Mißkredit geraten. Die extremen Anschauungen über den Wert einer Planung reichen von ihrer völligen Ablehnung bis zum Glauben an die Notwendigkeit und Machbarkeit ihrer minutiösesten Durchführung in allen Details und von einer Momentan-Planung bis zu einer Planung, die durch Jahre oder Jahrzehnte durchgeführt werden soll. Von der Festlegung der sachlichen und zeitlichen Grenzen, die für eine Planung von voreherein gezogen werden müssen, ist aber ihr Erfolg oder Mißerfolg weitgehend abhängig. Oft ist es erforderlich, Teile ein und derselben Planungsaufgabe langfristig, aber nur in großen Zügen festzulegen und andere Teile bis in die Einzelheiten durcharbeiten. Da Entscheidungen in der Wirtschaft sehr häufig langfristige Entwicklungsarbeiten erforderlich machen, ist es notwendig, sich für jedes Teilgebiet einer Planungsaufgabe über diese beiden Begrenzungen klar zu werden.

Trotzdem ist jedes Planen mit Risiko verbunden, weil niemand die Zukunft wirklich genau voraussagen kann. Dieses Risiko wird um so größer, je breiter der Anwendungsbereich einer Planung ist. Ein Planungsfehler in einem einzelnen Privatunternehmen kann seinen Bankrott verursachen; ein Planungsfehler in einer staatlichen Wirtschaft kann unabsehbare und oft irreparable Folgen für das gesamte Gebiet mit sich bringen, das zum Planungsbereich gehört.

Das Risiko der Planung wächst aber noch in einer anderen Richtung, von der viele Menschen keine Vorstellung haben. Die Deckung des Bedarfs größerer Menschenmengen an bestimmten Gütern führt in der freien Marktwirtschaft über die Konkurrenz in hohem Maße zur Einschaltung der Technik. Produktionsanlagen von immer größeren Dimensionen werden geschaffen, wenn ihr Einsatz wirtschaftliche Erfolge verspricht. Gleichzeitig wächst für diejenigen, die die Mittel für die Beschaffung solcher Anlagen bereitstellen, das Risiko der Fehlinvestitionen. Die Furcht vor diesem Risiko, das nur schwer abzuschätzen und niemals einwandfrei zu berechnen ist, erschwert den Entschluß zur Planung neuer Fabrikanlagen beträchtlich.

Das vorliegende Buch hat es sich zur Aufgabe gemacht, das heterogene Gebilde einer Fabrikplanung in seinen Elementen aufzuzeigen und die gegenseitige Abhängigkeit dieser Elemente voneinander darzustellen. Es geht von der Überlegung aus, daß die Weiterentwicklung unserer Fabrikanlagen auch in Zukunft notwendig ist, um die steigenden Bedürfnisse der Menschen mit sinkendem Aufwand zu befriedigen. Die Hebung der Produktivität der Arbeitsstunde ist in der

heutigen Zeit besonders dringend, weil wir einen Teil des Sozialprodukts zur Beseitigung und künftigen Vermeidung von Schädigungen verwenden müssen, die unter den Begriff „Umweltschutz“ fallen.

Die Aufrechterhaltung des hohen Lebensstandards breiter Massen erfordert die Weiterentwicklung unserer Produktionsanlagen und damit besonders die Planung neuer Fabrikanlagen.

Die Aufgabe der Fertigungstechnik besteht darin, Werkstücke mit genau definierter geometrischer Gestalt aus Werkstoffen, die in der Verfahrenstechnik entstehen, zu fertigen. Dazu ist der Einsatz der Energie-, der Förder- und der Informationstechnik notwendig. Die Fertigungstechnik hat für die nächste Zukunft die Hauptlast der Verbesserung der Produktivität zu tragen. Aus diesem Grunde ist das vorliegende Buch im wesentlichen auf die Planung fertigungstechnischer Betriebe beschränkt. Das schließt nicht aus, daß sich Überlegungen grundsätzlicher Art sowie eine ganze Reihe von Lösungsmethoden auch auf Planungen anderer Betriebe anwenden lassen.

Der Gedanke zur Veröffentlichung dieses Buches entstand vor über 10 Jahren. Der Autor hatte nach über dreißigjähriger Industrietätigkeit einen Lehrstuhl an der Technischen Hochschule Stuttgart übernommen und beschlossen, einen Sektor seines Lehrstuhls dem Gebiet der „Fabrikplanung“ zu widmen. Vielfache Aufgaben für Industrien ganz verschiedener Art wurden in siebzehnjähriger Hochschultätigkeit des Autors bearbeitet. Immer wieder wurde das Niederschreiben der Ergebnisse dieser Arbeit hinausgeschoben, weil weitere wissenschaftliche Erkenntnisse und praktische Erfahrungen entstanden und Veröffentlichungen auf Teilgebieten erschienen. Es ist verständlich, daß die Zeit des Wiederaufbaus der Industrie nach der Zerstörung durch den letzten Krieg viele Fabrikanlagen aus dem Boden schießen ließ. Das Buch bemüht sich, möglichst viele Erfahrungen aus dieser Aufbauzeit zu schildern, zusätzlich neue Planungserkenntnisse und -methoden zu bringen und ein möglichst umfassendes Literaturverzeichnis zu geben.

Es möchte den leitenden Personen der Industrien zur Orientierung dienen; es möchte sie daran erinnern, daß allzu langes Zurückstellen einer Erweiterung oft zur kostspieligen Improvisation, aber mit Sicherheit zu einer oberflächlichen und schlechten Planung führt, abgesehen von den erheblichen Kostenerhöhungen, die laufend in einer zu engen Fabrikanlage entstehen; es möchte sie daran erinnern, wie hoch die Lohnkosten im Verhältnis zu den Kapitalkosten sind, und daß man durch Investitionen richtiger Art die Gesamtkosten erheblich senken kann, um damit im In- und Ausland konkurrenzfähig zu bleiben; es möchte aber auch auf die Heterogenität der Fabrikplanung aufmerksam machen und der Bildung eines guten Planungsteams das Wort reden, mit dessen Hilfe ein nach menschlichem Ermessen optimales Ergebnis geschaffen werden kann.

Der Autor ist zu Dank verpflichtet einer großen Zahl von Industriebetrieben in England und der Bundesrepublik, die ihm Fabrikplanungsaufgaben übertrugen und damit gleichzeitig die Möglichkeit schufen, seine Erfahrungen und diejenigen seiner Mitarbeiter zu vertiefen und zu bereichern.

Er ist zu Dank verpflichtet einer ganzen Reihe von Mitarbeitern, die alle an Fabrikplanungen tätig waren, insbesondere Dipl.-Ing. Ilg, der die Fabrikplanungsguppe an dem vom Autor geleiteten Institut für Produktionstechnik und Auto-

omatisierung aufgebaut hat, und Obering. Bosch, der sie mehrere Jahre geleitet hat. Prof. Dr. med. Kirn, Dr.-Ing. Roschmann, Dr.-Ing. Dutschke und Dipl.-Ing. Kunerth haben Abschnitte ihrer speziellen Fachgebiete beeinflußt. Dipl.-Ing. Sauter hat, ebenso wie frühere Mitarbeiter der Gruppe Fabrikplanung, Material zu den Kapiteln 7 – 10 gesammelt.

Die Berücksichtigung neuerer Erkenntnisse und wissenschaftlicher Planungsmethoden ist Dr.-Ing. Baur zu verdanken, der sich vor allem mit dem Literaturstudium über Fabrikplanung und verwandte Gebiete beschäftigt hat. Er hat besonders intensiv an dem Buch mitgearbeitet, so daß es richtig erschien, ihn auch im Titel * zu nennen.

Stuttgart, im Mai 1973

C. M. Dolezalek

* der ersten Auflage.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
1. Grundsätzliche Überlegungen und Entscheidungen vor Beginn einer Planung . .	4
1.1 Allgemeine Bemerkungen	4
1.2 Wodurch wird eine Änderung des Bestehenden angeregt?	4
1.3 Umfang der Planungsaufgabe und Planungskosten	6
1.4 Ermittlung des Kapitalbedarfs für die Verwirklichung des Projektes	7
1.5 Planungsgruppe	9
1.6 Planungsablauf	11
Literatur	11
2. Programmplanung	13
2.1 Kritische Betrachtung des laufenden Verkaufsprogrammes	13
2.1.1 Umsatz und Gewinn	13
2.1.2 Vorhandene Produktionseinrichtungen	14
2.1.3 Zulieferanten	15
2.1.4 Mitarbeiter	15
2.2 Vorstellungen über die künftige Gestaltung des Verkaufsprogrammes	15
2.2.1 Marktforschung und Absatzanalyse	16
2.2.2 Gestaltung der Artikel	17
2.2.3 Breite des Absatzsortiments — Auffächerung der Artikel in Typen und Sorten	18
2.3 Festlegung des künftigen Produktions-Programmes — Aufteilung der Erzeug- nisse und ihrer Teile auf Eigen-Fertigung und Fremdbezug	20
Literatur	21
3. Kennzahlen für die Fabrikplanung	23
3.1 Einführung	23
3.2 Kennzahlen für die Erweiterungsplanung oder die Planung eines dem vorhande- nen Betrieb ähnlichen Betriebes	24
3.3 Kennzahlen für die Planung eines neuartigen Betriebes	26
3.3.1 Kennzahlen für die Generalbebauungsplanung	27
3.3.2 Kennzahlen für die Fertigung	27
3.3.3 Kennzahlen für Lager	28
3.3.4 Kennzahlen für Hilfsbetriebe	28
3.3.5 Kennzahlen für die Verwaltung	28
3.3.6 Kennzahlen für den Sozialbereich	28
3.3.7 Kennzahlen über Kapital und Gewinn	29
3.4 Beispiele von Zahlenwerten für Kennzahlen	29
3.4.1 Zahlenwerte von Kennzahlen für die Generalbebauungsplanung	29
3.4.2 Zahlenwerte von Kennzahlen für die Fertigung	30
3.4.3 Zahlenwerte von Kennzahlen für Lager	30
3.4.4 Zahlenwerte von Kennzahlen für Hilfsbetriebe	30
3.4.5 Zahlenwerte von Kennzahlen für die Verwaltung	30
3.4.6 Zahlenwerte von Kennzahlen für den Sozialbereich	30
3.4.7 Zahlenwerte von Kennzahlen für den Kapitalbedarf	30
Literatur	31
4. Standortplanung	32
4.1 Einführung	32

4.2 Vorgehen zur Ermittlung möglicher Standorte	34
4.2.1 Ermittlung der groben Anforderungen an einen Standort	34
4.2.2 Einholen von Angeboten	35
4.3 Faktoren für die Standortwahl	36
4.3.1 Liste der Faktoren	36
4.3.2 Erläuterungen zu den Faktoren für die Standortwahl	37
4.3.2.1 Gemeindespezifische Faktoren	38
4.3.2.2 Grundstücksspezifische Faktoren	39
4.4 Ermittlung geeigneter Standorte	44
4.5 Ermittlung des optimalen Standorts aus geeigneten Standorten	45
4.5.1 Standorte mit minimalen Transportkosten	45
4.5.1.1 Problemtyp 1 a	46
4.5.1.2 Problemtyp 1 b	47
4.5.1.3 Problemtyp 2	48
4.5.1.4 Problemtyp 3	49
4.5.1.5 Zusätzliche Bedingungen	49
4.5.2 Ermittlung des näherungsweise optimalen Standorts mit Hilfe eines analytischen Bewertungsverfahrens	50
4.5.3 Ermittlung des optimalen Standorts mit Hilfe von Kapital- und Kostenrechnung und von Korrelationsbeziehungen	50
4.5.4 Auswahl des günstigsten Standorts aus sehr guten Standorten unter Berücksichtigung von zahlen- oder wertmäßig nicht erfaßbaren Standortfaktoren	56
Literatur	56
5. Generalbebauungsplan	59
5.1 Allgemeines	59
5.2 Der Ideal-Plan	62
5.3 Der Real-Plan	64
5.3.1 Grundsätzliches	64
5.3.2 Beispiele	67
5.4 Auswahl der Bautypen	69
5.4.1 Zahl der verschiedenen Bautypen	70
5.4.2 Kompakte oder aufgelockerte Bauweise	71
5.4.3 Zahl der Geschosse	72
5.4.4 Belichtung der Fabrikationsgeschosse	74
5.4.5 Wahl der Stützenabstände	75
Literatur	76
6. Materialfluß	78
6.1 Grundsätzliches	78
6.2 Definitionen	79
6.3 Ermittlung des Materialflusses	80
6.3.1 Zielsetzung	80
6.3.2 Abgrenzung wichtiger Begriffe	81
6.3.3 Methoden zur Erfassung des Materialflusses	87
6.3.4. Untersuchungen des Ist-Zustandes	89
6.4 Zusammenfassung und Darstellung des Materialflusses	93
6.4.1 Darstellung des qualitativen Materialflusses	95
6.4.2 Darstellung des qualitativen und quantitativen Materialflusses	97
6.5 Bedeutung des Materialflusses für den Ideal-Plan	105
6.6 Wahl der Fördermittel und Förderhilfsmittel	106
6.6.1 Transportarten	106
6.6.2 Arten, Auswahl und Berechnung der Förderhilfsmittel	108
6.6.3 Arten der Fördermittel	112
6.6.4 Auswahl der Fördermittel	117
6.6.5 Berechnung der Anzahl der Fördermittel	120
Literatur	123
7. Fertigungsbereich	129
7.1 Vorgehen bei der Planung des Fertigungsbereichs	129
7.2 Beschreibung und Ermittlung der Fertigungsarten (Fertigungstypen)	130
7.2.1 Einzelfertigung	130
7.2.2 Serienfertigung	131
7.2.3 Massenfertigung	131
7.2.4 Sorten-, Partie- und Chargenfertigung	132
7.2.5 Ermittlung der Fertigungsarten eines Betriebes	132

7.3 Beschreibung der Fertigungsformen oder Organisationstypen	133
7.3.1 Punktfertigung oder stationäre Fertigung	134
7.3.2 Werkstattfertigung	135
7.3.3 Gruppenfertigung	138
7.3.4 Fließfertigung	139
7.3.5 Ungefähre Ermittlung der geeignetsten Fertigungsformen	142
7.4 Ermittlung der Anzahl der Fertigungseinrichtungen	143
7.4.1 Bestimmung der technologischen Produktionsmethoden	144
7.4.2 Bestimmung der Fertigungskapazität im Verhältnis zur durchschnittlich erforderlichen Kapazität (Mindestkapazität)	146
7.4.3 Berechnung der Anzahl der Fertigungseinrichtungen	148
7.5 Endgültige Ermittlung der geeignetsten Fertigungsformen	153
7.5.1 Ermittlung von Fertigungsfamilien	153
7.5.2 Endgültige Ermittlung der geeignetsten Fertigungsformen	155
7.6 Planung der idealen Aufstellung der Fertigungseinrichtungen (Ideal-Planung)	157
7.6.1 Bestimmung des Flächenbedarfs	157
7.6.2 Planung der transportkostengünstigsten Aufstellung der Fertigungseinrichtungen	157
7.6.3 Einzuhaltende zentralisierende und dezentralisierende Sekundärbedingungen	160
7.7 Randbedingungen	161
7.7.1 Gesetzliche Vorschriften und Sicherheitserfordernisse	161
7.7.2 Bauliche Einflüsse	166
7.7.3 Erweiterungsfähigkeit	167
7.8 Realplanung	168
7.9 Arbeitskräfte für den Fertigungsbereich	172
Literatur	173
8. Lagerbereich	177
8.1 Allgemeines	177
8.2 Lagerorganisation	178
8.2.1 Mengenplanung	178
8.2.2 Organisation der Wareneinlagerung	181
8.2.3 Organisation der Warenauslagerung	182
8.2.4 Kontrolle der Lagerbestände	184
8.3 Ermittlung der erforderlichen Lager auf Grund der Analyse der Lagergüter	185
8.4 Ermittlung der Lagerdaten	188
8.4.1 Maximales Nettolagervolumen	188
8.4.2 Umschlagsmengen	190
8.5 Beschreibung von Lagerungsmöglichkeiten	193
8.5.1 Lagerung in Silos oder Tanks	193
8.5.2 Lagerung ohne Lagergestell auf dem Boden	194
8.5.3 Lagerung mit Lagergestell	196
8.5.3.1 Feststehende Lagerung	196
8.5.3.2 Bewegliche Lagerung	201
8.5.4 Lagerung mit Stetigförderern	207
8.6 Beschreibung von Lagerfördermitteln und Möglichkeiten der Automatisierung von Lagern	209
8.6.1 Beschreibung von Lagerfördermitteln	209
8.6.2 Möglichkeiten der Automatisierung von Lagern	215
8.7 Auswahl der günstigsten Lagerungsmöglichkeiten	218
8.8 Lagerkosten, Lagergebäude	221
8.8.1 Lagerkosten	221
8.8.2 Lagergebäude	222
Literatur	225
9. Energiefluß und Hilfsbetriebe	229
9.1 Grundsätzliches	229
9.2 Elektrische Energieversorgung	230
9.2.1 Bestimmung des Bedarfs an elektrischer Leistung	230
9.2.2 Beschaffung der elektrischen Leistung	232
9.2.3 Gestaltung und Dimensionierung des Versorgungssystems	234
9.2.4 Gestaltung der Installationen	235
9.3 Wärmeenergieversorgung: Heizung, Lüftung, Klimatisierung	237
9.3.1 Heizung	237
9.3.2 Lüftung und Klimatisierung	243

9.4 Gasversorgung	247
9.5 Druckluftversorgung	250
9.5.1 Bestimmung der Verbrauchsmengen	250
9.5.2 Bestimmung der übrigen Daten	251
9.5.3 Gestaltung und Dimensionierung des Versorgungs-Systems	253
9.6 Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung	255
9.6.1 Wasserversorgung	255
9.6.2 Abwasserbeseitigung	256
9.7 Fertigungshilfsbetriebe	259
9.7.1 Qualitätsprüfung	259
9.7.2 Laboratorien	262
9.7.3 Versuchs- und Entwicklungsabteilungen	263
9.7.4 Werkzeugmacherei	263
9.7.5 Werkzeugschleiferei	264
9.7.6 Verschiedenes	264
9.8 Bau- und Betriebsinstandhaltung	264
9.8.1 Mechanische Reparaturwerkstatt	264
9.8.2 Elektrowerkstatt	265
9.8.3 Autoreparaturwerkstatt	265
9.8.4 Werkstätten und Räume für sonstige Handwerker	265
9.9 Hilfsdienste	266
9.10 Ausbildung	267
Literatur	268
10. Informationsfluß und Verwaltungsbereich	272
10.1 Ermittlung des Informationsflusses und Personals aus dem Ist-Zustand	272
10.2 Ermittlung des Informationsflusses und Personals für eine vollständige Neu- planung	275
10.3 Ermittlung des Flächenbedarfs	276
10.4 Darstellung des Informationsflusses und Aufstellung des Idealplanes	279
10.5 Klein- und Großraumbüros	282
10.6 Technische Hilfsmittel zur Übermittlung von Informationen	287
10.6.1 Technische Hilfsmittel zur Übermittlung von Sprache	288
10.6.1.1 Fernsprechanlagen	288
10.6.1.2 Wechsel- und Gegensprechanlagen	288
10.6.1.3 Funkanlagen	289
10.6.1.4 Elektroakustische Anlagen	289
10.6.2 Technische Hilfsmittel zum Transport von Belegen	289
10.6.2.1 Rohrpostanlagen	289
10.6.2.2 Hochkant-Förderanlagen	290
10.6.2.3 Kastenförderanlagen	290
10.6.2.4 Standbahn (Telelift)	290
10.6.3 Technische Hilfsmittel für die Datenübertragung	291
10.6.3.1 Signalanlagen	291
10.6.3.2 Anlagen für die Datenübertragung im engeren Sinne	291
10.6.4 Fernbeobachteranlagen (Industrie-Fernsehen)	292
Literatur	292
11. Personenverkehr und Sozialbereich	296
11.1 Festlegung der erforderlichen Sozialräume	296
11.2 Ermittlung der Anzahl der Personen	297
11.3 Bestimmung des Personenverkehrs	298
11.4 Ermittlung des Flächenbedarfs	299
11.5 Ermittlung der Zuordnung	303
Literatur	304
12. Planungsmethoden und -hilfsmittel	306
12.1 Planungshilfsmittel	306
12.2 Voraussage-Methoden	309
12.3 Multimoment-Aufnahmen	317
12.4 Methoden für die räumliche Zuordnung von Betriebsmitteln	323
12.4.1 Grundsätzlicher Aufbau von Layoutplanungs-Verfahren	323
12.4.2 Leistungsstand der Layoutplanungs-Verfahren	325
12.4.3 Funktionsweise einiger Layoutplanungs-Verfahren	328
12.5 Dimensionierung von Materialfluß-Systemen	351
12.5.1 Aufbau von Bedienungssystemen	352

12.5.2 Untersuchung von Materialfluß-Systemen mit Hilfe der Simulation . .	357
12.5.3 Ein Beispiel zur Simulation von Materialfluß-Systemen	362
12.6 Netzplantechnik	376
12.6.1 Theorie	376
12.6.2 Praktische Beispiele	382
Literatur	387
Sachverzeichnis	395

Einleitung

Die meisten unserer Unternehmen sind aus kleinen oder kleinsten Anfängen hervorgegangen und im Laufe der Jahre allmählich zu ihrer heutigen Größe angewachsen. Das läßt es manchem zweifelhaft erscheinen, ob eine Fabrikplanung überhaupt einen Sinn hat. Es ist schwer für jemanden, der ein neues Unternehmen anfängt, vorauszusehen, ob und in welcher Zeit sich daraus eine größere Fabrikanlage entwickeln könnte.

Wie die Erfahrung der letzten 150 Jahre jedoch gezeigt hat, erkannten die erfolgreichen Unternehmer mit der Zeit, daß eine Neu-Überlegung der Anordnung der nunmehr vorhandenen Fabrikanlage von großem Wert sein würde. Hier scheiden sich die Geister: Die weitsichtigen Unternehmer waren sich über das voraussichtliche weitere Wachstum ihrer Fabrikanlagen im klaren und führten eine Planung durch, die oft viele Jahrzehnte unverändert beibehalten werden konnte. Andere dagegen versuchten, auf dem ihnen gehörenden Gelände so viel Gebäudefläche wie möglich zu schaffen, um den Aufwand für die Errichtung eines Zweigbetriebes oder gar Tochterunternehmens zu sparen. Oft hatten sie auch eine ausgesprochene Furcht vor leerstehenden Fabrikflächen. Manchmal entstanden trotz solcher Einstellung weltweite Unternehmen, die ihre Lebenskraft aus der Wahl der richtigen Produkte, aus der hervorragenden Qualität ihrer Produkte und aus vielen anderen Elementen des industriellen Lebens schöpften. Andere blieben im zu engen Anzug des kleinen Betriebes stecken und beschieden sich mit einem Umfang der Aufgabe, den sie damit erfüllen konnten.

Auch über die Fabrikanlage selbst haben sich die Anschauungen in den letzten 50 Jahren grundlegend gewandelt. Der alte englische Grundsatz: „Where there is muck there is money“ (Wo Dreck ist, ist auch Geld), der in der Zeit des Manchesterturns entstand, hat heute keine Gültigkeit mehr. Sowohl die Versorgung der Fabrikanlagen mit elektrischer Energie, die das eigene Kesselhaus meist überflüssig macht, wie auch die Erfüllung berechtigter Forderungen der Angestellten und Arbeiter nach menschengerechten Arbeitsplätzen führten zur Erstellung von Fabrikanlagen, die oft wie Schmuckkästchen anmuten. Beides ging Hand in Hand mit der erheblichen Erhöhung der Produktivität der Arbeit durch den technischen Fortschritt, der Verkürzung der Arbeitszeit und einer starken Steigerung des Stundenlohns.

Oft werden die Beschlüsse für Werkserweiterungen so spät gefaßt, daß neue Fabrikbauten in Eile ohne ausreichende betriebliche Planung errichtet werden. Bisweilen besteht auch Unklarheit über die technisch-wirtschaftlichen Folgen ungenügender Finanzierung, so daß aus Gründen der Kapitaleinsparung Lösungen verwirklicht werden, die eine dauernde Belastung des Betriebes durch höhere laufende Kosten bedeuten. Darum sollen in diesem Buch die bestehenden Wechselbeziehungen aufgezeigt und Wege angegeben werden, wie man bei neu zu erstellenden Fabrikanlagen planen sollte, damit die Dauerbelastung des Unternehmens durch Kapital- und sonstige laufende Kosten ein Minimum wird.

Besonderes Gewicht erhält diese Aufgabe durch die lange Lebensdauer der Fabrikgebäude und heute besonders durch die hohen Baukosten. Planungsfehler machen sich meist erst bemerkbar, wenn bestehende Werkanlagen erweitert werden sollen. Rechtzeitige Rücksichtnahme auf spätere Erweiterungen verteuert zwar oft den ersten Bauabschnitt, macht sich aber bei Ausweitungen vielfach bezahlt. Dagegen können notwendige Erweiterungen schlecht geplanter Anlagen so hohe Kosten verursachen, daß man auf die Erweiterungen besser verzichtet und statt dessen ein völlig neues Werk errichtet. Ist damit — etwa wegen der Unmöglichkeit der Grundstücksbeschaffung am gegebenen Standort — eine Verlegung der ganzen Werkanlage notwendig, so sind erhebliche Kosten zu erwarten, die meist weit über das hinausgehen, was bei vorausschauender Planungs- und Grundstückspolitik erforderlich gewesen wäre.

Bei jedem Fabrikneubau dürfen natürlich nicht nur die baulichen Maßnahmen bedacht und geplant werden. Den Autoren sind zahlreiche Fälle bekannt, in denen der Unternehmer oder der erste Direktor eines Unternehmens kurzerhand den Architekten bestellte und mit diesem zusammen die Erweiterung überlegte und in Auftrag gab, nachdem er von der Notwendigkeit der Ausweitung seiner Fabrikanlage durch viele Klagen, Lieferschwierigkeiten, Überhöhung der Produktionskosten usw. schließlich überzeugt wurde. Meist ist das Resultat dann aufwendig und für die Fabrikationsleitung unbefriedigend.

Bei einer genauen Überprüfung des Ist-Zustandes einer Fabrik kann auch die Erkenntnis entstehen, daß gar keine neue Fabrik notwendig ist, sondern daß man die erforderlichen Mehrleistungen aus den gegebenen Gebäuden durch eine gründliche Umorganisation des Fertigungsablaufs erzielen kann. Auch Eingriffe in das Produktionsprogramm, wie z. B. das Herausschneiden unrentabler Typen (z. B. durch Zusammenarbeit mit einem Konkurrenten) können die Aufwendungen für eine geplante Erweiterung stark beeinflussen. Daher sollte, lange bevor der Architekt herangezogen wird, eine Überprüfung des Ist-Zustandes erfolgen.

Die bautechnische und architektonische Gestaltung der Fabrikanlage wird in diesem Buche nicht behandelt. Sie soll dem Architekten überlassen bleiben. Dieses Buch will Überlegungen über Fragen anstellen, die die Funktionen einer Fabrikanlage betreffen. Der Architekt sollte bei seiner Arbeit die Ergebnisse der Planungsüberlegungen voll berücksichtigen. Die finanziellen Fragen wie Geldbeschaffung, Anleihen u. ä. sind in diesem Buch nicht behandelt, da es hierfür genügend Literatur gibt. Dieses Buch will alle diejenigen Probleme der fertigungstechnischen Produktion aufzeigen, die einen direkten Einfluß auf die Fabrikanlage und ihre funktionelle Gestaltung haben, einschließlich der Standortwahl. Der Materialfluß, dessen optimale Lösung in der Fertigungstechnik besonders schwierig ist, nimmt

einen breiten Raum ein. Die Absatzplanung muß nicht nur die Mengen, sondern auch die Typen der herzustellenden Erzeugnisse umfassen und bedarf einer sorgfältigen Marktforschung. Die anzuwendende Produktionstechnik muß ebenfalls „vorausschauend“ überlegt werden, weil die schon bestehende Technik eventuell durch ganz andere Methoden ersetzt werden muß, die andere spezifische Flächen und andere Baukörper erfordern. Die Standortwahl für die Werkanlage erfordert bisweilen eine Abschätzung politischer Entwicklungen und ist in der Bundesrepublik Deutschland durch die Verfügbarkeit an Arbeitskräften, durch Bauauflagen wie auch durch den Mangel an größeren zusammenhängenden Grundstücksflächen in der Nähe von Wohngebieten stark eingeengt. Auch die Möglichkeiten zur Deckung des Finanzbedarfs sind nicht sicher vorauszubestimmen, da Änderungen der Zinssätze und Liquiditätsfragen die Kapitalkosten stark beeinflussen können.

Jede Planung kann nur einen Kompromiß ergeben. Stellt man aber ein Modell für die gedachte Entwicklung auf, so geben die heutigen Methoden der elektronischen Rechentechnik die Möglichkeit, eine ganze Reihe von veränderlichen Unbekannten in diesem Modell zu variieren und so die Grenzfälle zu bestimmen, die bei der einen oder anderen Zukunftsentwicklung auftreten können. Diese Möglichkeit ist ein besonderer Anreiz zu sorgfältigem Planen.

Die Produktionsgebiete „Energietechnik“ und „Verfahrenstechnik“ erfordern Gebäude, die vollständig durch die Produktionsanlagen bestimmt und nicht für andere Zwecke verwendbar sind. Das gleiche gilt für manche fertigungstechnische Produktionsstätten, in denen schwere Maschinen in ganz bestimmter Reihenfolge aufgestellt werden müssen, wie beispielsweise in Walzwerken. Hier ist der Planer der Fertigungsanlage allein entscheidend über das Gehäuse, das über seine Fertigungsanlagen gesetzt werden muß. Diese Gebiete umfassen aber zahlenmäßig nur einen ganz kleinen Prozentsatz der gesamten Fabrikanlagen und sollen in diesem Buch nicht behandelt werden.

Um den Umfang des Buches in Grenzen zu halten, war es nötig, sich auf die Behandlung der grundlegenden Probleme zu konzentrieren und auf manches den Betriebsplaner interessierende Detail zu verzichten. Durch Literaturhinweise wird dem Leser jedoch Gelegenheit geboten, sich in die nicht oder nur kurz behandelten Fragen einzuarbeiten.

Das Buch ist als Hilfe gedacht für alle freien oder betriebsgebundenen Mitarbeiter, die in die Planung eingeschaltet sind, seien sie Kaufleute, Unternehmer, Betriebsingenieure oder ausgesprochene Planungsingenieure, Heizungsspezialisten usw., deren Hauptaufgabe es ist, für eine neue Fabrikanlage die Planung so vorzubereiten, daß der Architekt zügig seine baulichen Aufgaben erfüllen kann, ohne daß beständige Rückfragen und häufige Änderungen Zeitverzögerungen und Kosten erhöhungen verursachen.

1. Grundsätzliche Überlegungen und Entscheidungen vor Beginn einer Planung

1.1 Allgemeine Bemerkungen

Unter Planung soll die Erarbeitung von Vorstellungen und Daten verstanden werden, die auf bestehenden Tatsachen und gewünschten künftigen Entwicklungen beruhen. Sie kann in ihren Ergebnissen nie absolut korrekt sein, da es unmöglich ist, die auf die gewünschte Entwicklung einwirkenden Einflüsse sicher vorauszusagen. Planung muß so aufgebaut sein, daß man jederzeit ihre Grundlagen erkennen kann. Sie muß in bestimmten Abständen überprüft werden, insbesondere dann, wenn nach Ablauf längerer Zeiträume weitere Teile der Planung in die Wirklichkeit umgesetzt werden sollen.

Fabrikplanung erfordert die Berücksichtigung vieler verschiedenartiger Faktoren, die sich gegenseitig beeinflussen. Diese Arbeit kann nicht von voll belasteten Betriebsangehörigen nebenher geleistet werden. Will man eine überschlägige Planung größeren Stils durchführen, so ist es auf alle Fälle empfehlenswert, einige Mitarbeiter aus dem Betrieb, die mit den praktischen Problemen vertraut sind, von ihrer Routinearbeit zu befreien und zu einem vorläufigen Planungsteam zusammenzustellen. Es ist außerdem dringend zu empfehlen, daß von Anfang an ein betriebsfremder Planer, der Erfahrungen auf dem Gebiet der Betriebsplanung hat, zugezogen wird und möglicherweise sogar die Führung bei den Planungsbesprechungen übernimmt. Nur auf diesem Wege wird es möglich sein, die Weichen für die Planungsarbeit richtig zu stellen und Fehlplanungen zu vermeiden.

Weiter ist es erforderlich festzustellen, zu welchem Zeitpunkt das Ergebnis der Planung zur Verfügung stehen sollte. Gerade über diese Frage muß unbedingt Klarheit geschaffen werden, weil von der terminlichen Festlegung die Größe des Planungsteams entscheidend beeinflußt wird.

1.2 Wodurch wird eine Änderung des Bestehenden angeregt ?

Wenn in einem Fabrikunternehmen die Frage der Belastung von Maschinen und Menschen nicht ständig unter Beobachtung gehalten wird, so ist oft der erste Anstoß zum Bau einer Fabrikerweiterung die Verstopfung der Fabrikanlage, die