

# Inhaltsverzeichnis

<b>A. Einführung .....</b>	<b>15</b>
<b>B. Grundlagen der Untersuchung .....</b>	<b>19</b>
I. Inhalt und Abgrenzung des Werkzeugmaschinenbegriffs.....	19
II. Historische Entwicklung und Bedeutung von Werkzeugmaschinen.....	23
1. Entstehungsgeschichte.....	24
2. Der Beitrag von Werkzeugmaschinen zur Industrialisierung .....	28
III. Werkzeugmaschinen im industriellen Leistungsprozeß .....	30
1. Stellung im System der produktiven Faktoren .....	30
2. Leistungsmerkmale von Werkzeugmaschinen .....	34
a) Kapazität.....	34
b) Flexibilität .....	39
3. Auswirkungen der Leistungsmerkmale auf das Kostenverhalten von Werkzeugmaschinen .....	43
a) Auswirkungen der Kapazität .....	44
b) Auswirkungen der Flexibilität.....	50
<b>C. Ansätze zur Kennzeichnung und Systematisierung von Werkzeugmaschinen .....</b>	<b>57</b>
I. Der systemtheoretische Ansatz als Bezugsrahmen der Kennzeichnung von Werkzeugmaschinen .....	57
1. Zur Begründung des systemtheoretischen Ansatzes .....	57
2. Grundbegriffe der Systemtheorie .....	62
II. Anwendung des systemtheoretischen Ansatzes zur Kennzeichnung von Werkzeugmaschinen .....	65
1. Formale Kennzeichnung .....	65

2. Ein systemtheoretisches Beschreibungsmodell zur materiellen Kennzeichnung von Werkzeugmaschinen .....	69
a) Der Herstellungsprozess in der Fertigung als Ausgangsbasis des Beschreibungsmodells.....	71
b) Subsysteme des Fertigungssystems Werkzeugmaschine .....	78
aa) Bearbeitungssystem .....	78
bb) Steuerungssystem .....	82
cc) Werkstückflußsystem .....	88
dd) Werkzeugflußsystem .....	93
ee) Betriebs- und Abfallstoffflußsystem .....	98
ff) Prozeßüberwachungssystem .....	99
gg) Prozeßleitsystem .....	105
III. Der typologische Ansatz zur Systematisierung von Werkzeugmaschinen.....	108
1. Ingenieurwissenschaftliche und betriebswirtschaftliche Systematisierungen von Werkzeugmaschinen .....	109
2. Wesen und Entwicklung des typologischen Ansatzes.....	114
3. Typologische Merkmale von Werkzeugmaschinen .....	121
4. Bildung und Erläuterung von Werkzeugmaschinentypen.....	127
a) Herleitung der Typen .....	127
b) Dokumentation der Typen .....	129
aa) Universalmaschine.....	129
bb) NC-Maschine .....	130
cc) Flexible Fertigungszelle.....	131
dd) Flexibles Fertigungssystem .....	132
ee) Flexible Transferstraße.....	134
ff) Sondermaschine .....	136
gg) Konventionelle Transferstraße .....	137
c) Zusammenfassung von Werkzeugmaschinentypen zu Gruppen .....	138
D. Die Vorbereitung des Werkzeugmaschineneinsatzes durch die Maschinenplanung .....	141
I. Kennzeichnung der Maschinenplanung.....	141
1. Begriff und Inhalte.....	141
2. Ursachen für die Bedeutung der Maschinenplanung .....	145
3. Planungsziele.....	150
4. Anforderungen an die Maschinenplanung.....	155
II. Gestaltungsmerkmale der Maschinenplanung.....	159
1. Aufbau und Durchführung.....	159
2. Planungsträger .....	163

III. Maschinenplanung auf strategischer Ebene.....	166
1. Zur Notwendigkeit der strategischen Ausrichtung der Maschinenplanung.....	166
2. Ausgewählte Instrumente der strategischen Technologieplanung.....	170
a) Modelle der Technologie- und Innovationsentwicklung.....	170
b) Technologieportfolios .....	181
c) Erfahrungskurve .....	188
d) Zur theoretischen Fundierung strategischer Instrumente.....	192
3. Strategische Maschinenplanung auf der Grundlage genereller Wettbewerbs- strategien.....	196
a) Die Rolle von Werkzeugmaschinen im Rahmen der Wettbewerbsstrategie.....	196
b) Grundzüge einer funktionalen Strategie zur Gestaltung der Fertigung.....	205
IV. Maschinenplanung auf operativer Ebene.....	217
1. Bestimmung des geeigneten Werkzeugmaschinenkonzepts .....	217
a) Analyse des Ist-Zustands .....	217
b) Bestimmung der Maschinenkapazität und -anzahl .....	222
c) Ermittlung des geeigneten Maschinentyps.....	227
d) Planung der Maschinenanordnung.....	237
e) Auswahl der Transporteinrichtungen .....	256
2. Betriebswirtschaftliche Verfahren zur Bewertung von Werkzeugmaschinen.....	264
a) Verfahren mit eindimensionaler Zielsetzung .....	265
aa) Statische Verfahren der Investitionsrechnung .....	265
bb) Dynamische Verfahren der Investitionsrechnung.....	278
b) Verfahren mit mehrdimensionaler Zielsetzung .....	289
aa) Nutzwertanalyse .....	289
bb) Kostenwirksamkeitsanalyse .....	294
c) Kombinierte Verfahren .....	297
d) Zur Eignung betriebswirtschaftlicher Bewertungsverfahren für die Maschinenplanung.....	309
3. Problemfelder bei der Anschaffung von Werkzeugmaschinen .....	313
a) Wahl der Anschaffungsform.....	314
b) Durchführung der Anschaffung.....	325
<b>E. Betriebswirtschaftliche Probleme des Werkzeugmaschineneinsatzes.....</b>	<b>330</b>
I. Die Maschinenverwaltung als Instrument zur wirtschaftlichen Gestaltung des Maschineneinsatzes.....	330

II. Maßnahmen zur Gestaltung der Betriebsbereitschaft beim Einsatz von Werkzeugmaschinen.....	335
1. Maßnahmen zur Herstellung der Betriebsbereitschaft.....	335
a) Inbetriebnahme .....	335
b) Abnahme.....	338
2. Maßnahmen zur Nutzung der Betriebsbereitschaft.....	342
a) Wirtschaftliche Bedeutung und Einflußgrößen der Maschinennutzung .....	342
b) Maschinenüberwachung als Mittel zur Nutzungssicherung.....	345
3. Anpassung der Betriebsbereitschaft an Beschäftigungsschwankungen.....	350
a) Intensitätsmäßige Anpassung.....	351
b) Zeitliche Anpassung.....	354
c) Quantitative Anpassung .....	356
III. Gestaltung der Kostenrechnung bei werkzeugmaschinenunterstützter Produktion.....	361
1. Gestaltung der Kostenartenrechnung.....	363
a) Abschreibungen und Kostenstrukturverschiebungen als Kernprobleme der Kostenartenrechnung.....	363
b) Aufgabenschwerpunkte beim Einsatz höher automatisierter Werkzeugmaschinen .....	371
2. Gestaltung der Kostenstellenrechnung.....	378
a) Kostenstellenbildung und Bezugsgrößenwahl als Kernprobleme der Kostenstellenrechnung.....	378
b) Auswirkungen des Einsatzes höher automatisierter Werkzeugmaschinen auf Kostenstellenbildung und Bezugsgrößenwahl.....	381
3. Gestaltung der Kostenträgerrechnung.....	389
a) Die Wahl des geeigneten Kalkulationsverfahrens bei werkzeugmaschinenunterstützter Produktion .....	390
b) Die Kostenträgerrechnung als Instrument zur Unterstützung dispositiver Entscheidungen.....	395
IV. Veränderungen des Leistungspotentials von Werkzeugmaschinen .....	400
1. Unbeabsichtigter Abbau des Leistungspotentials durch Verschleiß und Maschinenausfälle .....	400
a) Erscheinungsformen des Verschleißes beim Werkzeugmaschineneinsatz.....	400
b) Maschinenausfälle bei verschiedenen Werkzeugmaschinentypen.....	403
c) Kostenwirkungen von Maschinenausfällen .....	407
2. Erhaltung und Wiederherstellung des Leistungspotentials durch Instandhaltung.....	409
a) Wesensmerkmale und Durchführung der Instandhaltung beim Einsatz von Werkzeugmaschinen.....	410

b) Betriebswirtschaftliche Wirkungen von Instandhaltungsmaßnahmen.....	416
3. Beabsichtigter Abbau des Leistungspotentials durch Maschinenstillegung .....	419
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>423</b>



## A. Einführung

Erkenntnisobjekte der Industriebetriebslehre sind der Industriebetrieb als Ganzes und dessen Elemente im einzelnen. Da die Industriebetriebslehre eine Teildisziplin der Betriebswirtschaftslehre ist, sind ihre Fragestellungen primär betriebswirtschaftlicher Natur<sup>1</sup>. Dementsprechend sucht sie nach Gesetzmäßigkeiten, welche die zweckmäßige Gestaltung des Aufbaus des Industriebetriebs, des Ablaufs des industriellen Produktionsprozesses sowie der Beziehungen des Industriebetriebs zu seiner Umwelt ermöglichen. Im Mittelpunkt von Entscheidungen, die den sachlichen Aufbau des Industriebetriebs betreffen, steht neben Standortwahl und Programmplanung vor allem die Gestaltung des Produktionsapparats<sup>2</sup>. Dieser umfaßt neben den Gebäuden, den Werkzeugen und den Fördereinrichtungen auch die Maschinen.

Für den Industriebetrieb sind Maschinen von besonderer Bedeutung, weil sie die Grundvoraussetzung für die Mechanisierung<sup>3</sup> bilden, die gemeinhin als konstituierendes Merkmal der industriellen Produktion angesehen wird<sup>4</sup>. Dabei substituieren sie die menschliche Arbeit in zweierlei Hinsicht: zum einen durch Bereitstellung motorischer Energie, zum anderen durch Verrichtung nützlicher mechanischer Arbeit. Diese herausragende Stellung läßt erkennen, daß die zweckmäßige Gestaltung von Maschinen die Wirtschaft-

---

<sup>1</sup> Vgl. Kern, W.: Industriebetriebslehre, in: HWB, hrsg. von E. Grochla/W. Wittmann, 4., völlig neu gestaltete Auflage, Band I/2, Stuttgart 1975, Sp. 1849.

<sup>2</sup> Vgl. Jacob, H.: Industriebetriebslehre, in: HWProd, hrsg. v. W. Kern, Stuttgart 1979, Sp. 759.

<sup>3</sup> Unter Mechanisierung versteht man den Ersatz oder die Ergänzung der menschlichen Arbeit durch mechanische Mittel, deren Hapterscheinungsformen Maschinen sind. Vgl. Beste, Th.: Fertigungswirtschaft und Beschaffungswesen, in: HdW, hrsg. von K. Hax/Th. Wesels, Band I, 2., überarbeitete Auflage, Köln und Opladen 1966, S. 162.

<sup>4</sup> Vgl. Funke, H./Blohm, H.: Allgemeine Grundzüge des Industriebetriebs, 2. Auflage, Essen 1969, S. 11; Hammer, E.: Industriebetriebslehre, München 1973, S. 30; Jacob, Sp. 757; Reisch, K.: Industriebetriebslehre, Wiesbaden 1979, S. 23; Mellerowicz, K.: Betriebswirtschaftslehre der Industrie, Band I, 7., neubearbeitete Auflage, Freiburg im Breisgau 1981, S. 32; Hansmann, K.-W.: Industriebetriebslehre, München, Wien 1984, S. 10.

lichkeit des industriellen Leistungsprozesses entscheidend beeinflusst. Daher erscheint es legitim, sich im Rahmen der Industriebetriebslehre mit solchen Fragestellungen auseinanderzusetzen.

In älteren Monographien zur Industriebetriebslehre finden sich noch recht ausführliche Betrachtungen über Maschinen im Rahmen der industriellen Energie- und Fertigungswirtschaft<sup>5</sup>. Entsprechende Ansätze wurden jedoch nicht weiter verfolgt, so daß die vorhandenen Erkenntnisse nicht mehr dem aktuellen Stand entsprechen. Dieser Umstand läßt sich zum Teil auch durch eine Verschiebung der Forschungsschwerpunkte in der Industriebetriebslehre erklären, die dazu geführt hat, daß die Auseinandersetzung mit dem sachlichen Aufbau des Industriebetriebs zugunsten der Behandlung ablauforganisatorischer Probleme, die zum Teil nicht einmal mehr industriebetrieblichen Charakter haben, in den Hintergrund getreten ist<sup>6</sup>. Neuere Abhandlungen, die sich intensiver mit den Aufbauelementen des Industriebetriebs, insbesondere den Maschinen, befassen, fehlen dagegen weitgehend<sup>7</sup>. Finden Maschinen nähere Berücksichtigung, geschieht dies zumeist aus technischer Sicht oder - soweit es sich um betriebswirtschaftliche Veröffentlichungen handelt - im Rahmen der Erörterung ablauforganisatorischer Probleme. Eine geschlossene betriebswirtschaftliche Untersuchung zu diesem Gegenstand liegt dagegen nicht vor.

Die vorliegende Arbeit soll zur Schließung dieser Lücke beitragen und damit auch den vermehrt laut werdenden Forderungen nach einer stärkeren Berücksichtigung neuerer technischer Entwicklungen in der Betriebswirtschaftslehre<sup>8</sup> gerecht werden. Da der Maschinenbegriff ein weites Spektrum unterschiedlichster Gegenstände einschließt und zudem nicht alle Arten von Maschinen für die industrielle Produktion in gleicher Weise bedeutsam sind,

---

<sup>5</sup> Beispielsweise bei *Emminghaus*, A.: Allgemeine Gewerkslehre, Berlin 1868, S. 233 ff.; *Leitner*, F.: Wirtschaftslehre des Industriebetriebs, Frankfurt am Main 1944, S. 49 ff.; *Kalveram*, W.: Industriebetriebslehre, Wiesbaden 1950, S. 45 ff.; *Beste*, Fertigungswirtschaft, S. 162 ff.

<sup>6</sup> Vgl. *Kern*, Industriebetriebslehre, Sp. 1854. Diese Tendenz wird durch eine Hinwendung zum funktionalen Aspekt in der Industriebetriebslehre verstärkt. Vgl. hierzu *Strebel*, H.: Industriebetriebslehre, Stuttgart u.a. 1984, S. 15.

<sup>7</sup> Als Ausnahmen können zwei jüngere Untersuchungen zu Industriebauten sowie zur industriellen Werkzeugwirtschaft genannt werden. Vgl. *Brittinger*, Th.: Betriebswirtschaftliche Aspekte des Industriebaues, Diss., Berlin 1992; *Mostafa*, S.: Die industrielle Werkzeugwirtschaft, Diss., Witzenhausen 1990.

<sup>8</sup> Vgl. hierzu *Mertens*, P.: Technik für Betriebswirte, in: WiSt, 18. Jg. 1989, S. 1.



beschränkt sich die vorliegende Untersuchung auf Werkzeugmaschinen als die dort dominierende Erscheinungsform. Eine weitere Eingrenzung des Untersuchungsbereichs ergibt sich aus der Tatsache, daß die Erörterung sämtlicher im Zusammenhang mit der Planung und dem Einsatz von Werkzeugmaschinen im industriellen Produktionsprozeß auftretenden ökonomischen Probleme im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich ist. Daher werden personalwirtschaftliche und ablauforganisatorische Fragen wie Lohngestaltung bzw. Maschinenbelegungsplanung von vorneherein aus der Untersuchung ausgeklammert.

Das Untersuchungsziel besteht in der Gewinnung betriebswirtschaftlich-theoretischer Erkenntnisse, aus denen sich konkrete Handlungsempfehlungen für die zweckmäßige Gestaltung von Werkzeugmaschinen ableiten lassen. Dabei soll auch die Gültigkeit älterer Gestaltungsaussagen im Schrifttum überprüft werden. Zur Erreichung dieses Ziels muß die Untersuchung sämtliche Phasen des Einsatzes von Werkzeugmaschinen im industriellen Leistungsprozeß von der Planung bis zur Stilllegung einschließen. Diese Anforderung spiegelt sich im Aufbau der Arbeit wider.

Für die gedankliche Auseinandersetzung mit dem Untersuchungsgegenstand sind bestimmte terminologische und methodische Grundlagen unverzichtbar. Aus diesem Grund wird zu Beginn des Hauptteils B eine begriffliche Kennzeichnung von Werkzeugmaschinen vorgenommen. Daran schließt sich ein Abriß über ihre historische Entwicklung und Bedeutung für die Industrialisierung an. Den Abschluß dieses Grundlagenteils bildet die Erläuterung der Leistungsmerkmale von Werkzeugmaschinen. Auf diesen Ausführungen baut die weitere Untersuchung auf.

Im darauffolgenden Hauptteil C erfolgt mit Hilfe eines systemtheoretischen Beschreibungsmodells eine formale und materielle Kennzeichnung von Werkzeugmaschinen. Hierdurch können sowohl einzelne Maschinenelemente als auch deren Zusammenwirken in allgemeingültiger Form beschrieben werden. Um dem Umstand gerecht zu werden, daß in der Realität vielfältige Erscheinungsformen von Werkzeugmaschinen existieren, für die kaum allgemeingültige Aussagen formuliert werden können, wird mit der Typisierung von Werkzeugmaschinen ein zweiter Schwerpunkt in diesem Hauptteil gelegt. Eine solche typisierende Unterteilung erscheint zweckmäßig, weil sich einzelne Werkzeugmaschinenarten hinsichtlich ihrer Anwendungseigenschaften stark voneinander unterscheiden und auf diese Weise die notwendige Differenzierung erreicht wird.