

Inhaltsverzeichnis

A. Einführung	15
B. Grundlagen der Untersuchung.....	19
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
C. Ansätze zur Kennzeichnung und Systematisierung von Werkzeugmaschinen	57
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 Wettbewerbsstrategien	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
E. Betriebswirtschaftliche Probleme des Werkzeugmaschineneinsatzes.....	330
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

Inhaltsverzeichnis	13
b) Betriebswirtschaftliche Wirkungen von Instandhaltungsmaßnahmen.....	416
3. Beabsichtigter Abbau des Leistungspotentials durch Maschinenstilllegung	419
Literaturverzeichnis.....	423

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 Natur¹. 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 Produktionsapparats². 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 Mechanisierung³ bilden, die gemeinhin als konstituierendes Merkmal der industriellen Produktion angesehen wird⁴. 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-

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

² Vgl. Jacob, H.: *Industriebetriebslehre*, in: HWProd, hrsg. v. W. Kern, Stuttgart 1979, Sp. 759.

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

⁴ 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 Fertigungswirtschaft⁵. 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 ist⁶. Neuere Abhandlungen, die sich intensiver mit den Aufbauelementen des Industriebetriebs, insbesondere den Maschinen, befassen, fehlen dagegen weitgehend⁷. 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 Betriebswirtschaftslehre⁸ 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,

⁵ 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.

⁶ 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.

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

⁸ 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.