

**Schriften der Arbeitsgemeinschaft
Deutscher Betriebsingenieure · Band II**

**Lehrbuch
der Vorkalkulation von
Bearbeitungszeiten**

von

Kurt Hegner

Direktor der Ludw. Loewe & Co., A.-G., Berlin

Erster Band

Systematische Einführung

Zweite, verbesserte Auflage

Mit 107 Bildern



Berlin
Verlag von Julius Springer
1927

ISBN-13:978-3-642-89815-0 e-ISBN-13:978-3-642-91672-4
DOI: 10.1007/978-3-642-91672-4

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten.

Copyright 1924 by Julius Springer in Berlin.

Softcover reprint of the hardcover 2nd edition 1924

Herrn Dr.-Ing. e. h. **Ernst Huhn**

zugeeignet

Vorwort zur ersten Auflage.

Wenn man heutzutage die Veröffentlichungen über Betriebsfragen durchsieht, so stößt man auf eine große Zahl von Abhandlungen und auch geschlossenen Werken, die sich mit der Vorkalkulation von Akkorden (Stückpreisen oder Stückzeiten) befassen. Alle diese Veröffentlichungen sind zum Teil außerordentlich gründlich, häufig genug sogar wissenschaftlich aufgemacht, sie weisen aber durchweg einen Mangel auf: sie bringen nämlich meist nur die Erfahrungen für irgendeinen Spezialfall, Werte, allenfalls erprobt für ein besonderes Werk. Nirgends aber ist das ganze Gebiet im Zusammenhange in systematischer Form behandelt, nirgends ein Wegweiser angegeben, dem bei der Durchdringung der noch unbekannteren, verschlungenen Pfade der Vorkalkulation auch der Neuling folgen kann, kurz: Nie ist die Entwicklung, stets nur ein Ergebnis gegeben. Daher findet der Betriebsmann, der vor die Aufgabe gestellt ist, eine Vorkalkulation durchzuführen, zwar wohl Anregungen, er findet aber keine klare Antwort auf die Frage: Wie richte ich meine Vorkalkulation für meinen besonderen Zweck ein? So kommt es, daß trotz des scheinbar hohen Niveaus, auf das die genannten Veröffentlichungen schließen lassen könnten, die Vorkalkulation noch immer das Sorgenkind eines jeden Betriebes ist. Man wird sich fragen, woran es wohl liegen könne, daß der Forschersinn des Ingenieurs, die Gründlichkeit der Fachwissenschaft dieses Gebiet noch nicht unter ihre Herrschaft gezwungen haben. Die Frage ist dahin zu beantworten, daß die Betriebswissenschaft, zu deren Aufgabe die Klärung dieses Gebietes gehört, noch in den Kinderschuhen steckt, und daß vor allen Dingen mit Verhältnissen zu rechnen ist, die zunächst jeder Systematik, jeder wissenschaftlichen Durchdringung spotten.

Und brennender denn je ist heute die Lösung der Aufgabe, dem Arbeiter für die zu erledigende Arbeit das richtige Entgelt vorher zu berechnen. Die Industrie und aber auch der Arbeiter selbst können sich nicht mehr mit der bisherigen Methode der Abschätzung durch den Meister, also des Aushandelns der Preise, für eine zu erledigende Arbeit zufriedengeben. Arbeiter sowohl wie Unternehmer haben ein Lebensinteresse daran, auf die genaueste und gerechteste Weise vor Beginn der Arbeit zu wissen, welche Lohnaufwendungen sie bedingt. Wenn die Vorkalkulation auf diese Weise als lohn-technisches Problem Bedeutung hat, so liegt ihre größere, ihre entscheidende Bedeutung auf fabrikationstechnischem Gebiet. Im Verfolg ihres Zieles, die durchschnittlich erreichbare günstigste Herstellungszeit zu errechnen, dringt sie in die Elemente der Fabrikation ein, stellt fest, auf welche Weise die Arbeitsvorgänge günstigst erledigt werden können, schafft auf Grund dieser Feststellungen Gesetze und Formeln zur Berechnung dieser günstigsten Herstellungszeit, sorgt endlich durch Unterweisung dafür, daß diese Zeit im Betriebe auch erreicht werden kann, kurz: sie bestimmt das Tempo, in dem eine Arbeit ausführbar ist.

Mehr denn je wird Deutschlands Industrie eine Industrie der Verfeinerung sein, mehr denn je wird deshalb das für die Verfeinerung benötigte Arbeitstempo und die damit bedingten Aufwendungen an Lohn und Zeit ausschlaggebend sein für die Konkurrenzfähigkeit auf dem Weltmarkt. Die Wichtigkeit einer richtigen Vorkalkulation

wird daher auch von Tag zu Tag mehr erkannt, damit gleichzeitig aber auch der Mangel an durchdachten und gebrauchsfähigen Methoden und weiter der Mangel an Betriebsbeamten, die sie durchzuführen in der Lage sind.

Diese Erkenntnis hat den Gedanken reifen lassen, Ausbildungskurse für Stücklohnkalkulatoren einzurichten. Gemeinsam mit der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure hat der Verband Berliner Metallindustrieller deshalb im Oktober 1922 den Versuch gemacht, einen solchen Kursus in das Leben zu rufen. Die Schwierigkeit in der Durchführung dieser Kurse bestand aus den eingangs erwähnten Gründen vor allem in der Schaffung geeigneten Unterrichtsmaterials. Der Gesamtverband Deutscher Metallindustrieller trat zu diesem Zweck an die Industrie um Überlassung von Kalkulationsunterlagen heran. Dieses Material wurde dem Verfasser, der mit der Leitung des ersten Kursus betraut wurde, zur Verfügung gestellt. Nichts bewies deutlicher das geradezu unglaubliche Durcheinander der in der Industrie gebräuchlichen Kalkulationsmethoden und die ungeheure Verschiedenheit der benutzten Zahlenwerte, als dieses überlassene Material. Trotzdem es Anregungen in Fülle bot, war es zum großen Teil deshalb un verwendbar, weil die überlassenen Beispiele nur in Geld ausgewertet waren, ohne Angabe der Grundlöhne oder des Zeitabschnittes, in dem es gezahlt war. Man braucht sich nur die verschiedene Wertigkeit der Markbeträge während der Vorjahre vor Augen zu führen, um zu erkennen, daß mit solchen Angaben nichts anzufangen war. Dennoch lieferten einige Firmen außerordentlich umfangreiches und auch für Lehrzwecke verwendbares Material, das aber, wie es schließlich selbstverständlich ist, nur gerade auf die betreffenden Fabrikationsverhältnisse zugeschnitten war. Sollten die beabsichtigten Ausbildungskurse auch nur einigermaßen ihren Zweck erfüllen, so war es daher nötig, das Durcheinander des eingesandten Materials zu einer bestimmten Systematik zu ordnen, für die verschiedenen Fabrikationsgebiete die zweckentsprechendsten Methoden herauszufinden und durch Beispiele zu belegen.

Der auf diese Weise entstandene Lehrstoff — vorläufig allerdings nur in bezug auf Verwendung spanabhebender Werkzeuge — ist in dem vorliegenden Werk zusammengefaßt. Es soll den Versuch darstellen, das in Frage kommende Gebiet durch ein Lehrbuch zu erhellen, das den Besuchern der technischen Hochschulen und der technischen Lehranstalten Einblick in das Gebiet gewähren soll, von dem er bisher während seiner Ausbildung nur das Notwendigste erfuhr, das er erschöpfend erst in der Praxis kennen lernte. Es soll auch — und das ist sein vornehmster Zweck — dem Betriebsmann eine wohlgeordnete Hilfsmittelsammlung für die Erledigung der Aufgabe des Vorkalkulierens sein, in die er nur hineinzugreifen braucht, um das für seinen Betrieb Richtige zu finden.

Sicher werden dem Werk als einem ersten Versuch in dieser Richtung zahlreiche Unzulänglichkeiten, vielleicht auch Fehler anhaften. Sicher wird die Schnellarbeit, in der es zur Verwendung bei den beabsichtigten weiteren Ausbildungskursen zusammengestellt wurde, Flüchtigkeiten hineingebracht haben. Ich erbitte daher die Kritik und und Hilfe aller derer, die bereits erfolgreiche Arbeit auf dem Gebiete geleistet haben, damit dieser erste Versuch schließlich zu dem brauchbaren Hilfsmittel für die Vorkalkulation umgestaltet wird, das für die Ausbildung von Nachwuchs auf den Schulen und für die Durchführung einer sorgfältigen Vorkalkulation in den Betrieben uns dringend not tut.

Das Zustandekommen des Werkes in der vorliegenden Form ist — wie bereits erwähnt — zum Teil durch die selbstlose Unterstützung möglich geworden, die führende Firmen der Sache durch die Hergabe von Material geleistet haben. Besonderen Dank verdient die Ludw. Loewe & Co. Aktiengesellschaft, Berlin, deren Kalkulationsunterlagen für die kleine Reihen- und Einzelfertigung restlos aufgenommen worden sind. Für die Massenfertigung stellten die Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H., Berlin, und für die große Reihenfertigung die Firma A. Borsig G. m. b. H., Tegel, mustergültige Beispiele zur Verfügung. Wertvolle Vorarbeit für die Aufgabe des Buches ist von den Ausschüssen für

Hand- und Maschinenzeitbestimmung*) — Untergruppen des Ausschusses für wirtschaftliche Fertigung Berlin — durch Klärung der Grundbegriffe und Schaffung von Hilfsmitteln geleistet. Es ist selbstverständlich, daß diese grundlegenden Ergebnisse wo irgend möglich Verwendung gefunden haben; liegt ihre besondere Bedeutung doch in der Gemeinschaftsarbeit, durch die sie entstanden sind. Die Einfügung dieser Unterlagen und derjenigen, die die genannten Firmen lieferten, ist bei den entsprechenden Tafeln gekennzeichnet, um die Urheberschaft zu wahren.

Da die Herausgabe des Werkes von Interessenten dringend gewünscht wird, vor allen Dingen zu dem Zweck, um es als Unterlage für die Durchführung weiterer Ausbildungskurse von seiten der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure zur Hand zu haben, habe ich mich entschlossen, es in zwei getrennten Bänden erscheinen zu lassen. Der erste Band bringt dasjenige Material, das bei dem 1. Ausbildungskursus in Berlin benutzt wurde; es enthält die systematische Aufteilung des gesamten Gebietes, die grundlegenden Beziehungen aller in Frage kommenden Faktoren und die Besprechung der für die verschiedenen Fabrikationsgebiete anwendbaren Methoden an der Hand von Beispielen. Der erste Band soll also nur Grundlegendes, nur Entwicklungen bringen; er soll gewissermaßen nur das Handwerkszeug des Vorkalkulators in systematischer Ordnung zusammenführen. Wenn die Beispiele zumeist auf das Gebiet der Dreherei übertragen sind, so geschah es deshalb, weil das Drehen die grundlegende und häufigste Arbeitsmethode ist; die Art der Entwicklung der Unterlagen ist jedoch anwendbar für jede andere Bearbeitung.

Ein zweiter Band soll dann für jedes einzelne Fabrikationsgebiet, bei dem spannabhebende Werkzeuge verwendet werden, also für das Drehen, Hobeln, Fräsen, Bohren, Schleifen usw. brauchbare Zahlenwerte für die Erledigung von Kalkulationsaufgaben entwickeln, die unter Benutzung der im ersten Teil zusammengestellten Hilfsmittel gefunden sind und direkt in der Praxis Verwendung finden können. Die Zahlenwerte werden auch der Praxis entnommen sein; denn es ist beabsichtigt, in diesem Buch die bei der Ludw. Loewe & Co. Aktiengesellschaft in langjähriger Entwicklungsarbeit gefundenen Kalkulationsunterlagen restlos zur Darstellung zu bringen.

Berlin, im Juli 1924.

Der Verfasser.

*) An den Arbeiten der genannten Ausschüsse, dessen Obmann Herr Direktor Dr. Litz-Borsig ist, haben besonderen Anteil die Herren: Albrecht-NAG., Amelung-Orenstein & Koppel, Boek-A. Borsig, Butschke NAG., Drescher SSW-Elmowerk (Obmann des Ausschusses für Handzeiten), Eifler-Orenstein & Koppel, Felcht-Borsig, Gaab-Dr. Max Levy, Hegner-Ludwig Loewe (Obmann des Ausschusses für Maschinenzeiten), Hoffmann-Eisenbahnwerk Grunewald, Kaczmarek-Deutsche Telefonwerke, Klotz-AEG., Koppitz-Ludwig Loewe, Rautenburg-Hasse & Wrede, Rösner-Bergmann AG., Schölch-AEG., Weber-AEG., Wildauer-NAG., Zimbelius-Fritz-Werner.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Seit Erscheinen des Buches im Jahre 1924 hat sich das Interesse der betriebstechnischen Welt mit größtem Eifer den in ihm erörterten Problemen zugewandt. Die Erkenntnis, die Zeitdauer irgendeiner Arbeit vor ihrem Beginn mathematisch berechnen und die Entlohnung der Akkord-Arbeiter von willkürlichen Schätzungen frei machen zu müssen, hat zu einer Vertiefung der Methoden der Arbeitszeitberechnung geführt. Dem im Vorwort zur ersten Auflage angeführten Beispiel des Verbandes Berliner Metall-Industrieller folgend, sind in allen Teilen Deutschlands von der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure ähnliche Ausbildungskurse durchgeführt worden; sie haben sich als ständige, von Halbjahr zu Halbjahr sich wiederholende Einrichtungen gut bewährt.

Alle diese Lehrgänge betreffenden Fragen werden einheitlich behandelt von einem besonders zu diesem Zweck errichteten „Reichsausschuß für Arbeitszeitermittlung“, Sitz Berlin, Ingenieurhaus. Dieser Ausschuß hat auch die Schaffung von geeignetem Lehrmaterial in die Hand genommen, und zwar gibt er diesen Lehrstoff in der Form von „Refa-Blättern“ heraus.

Die im Buch enthaltenen Tafeln, die für den ersten Ausbildungs-Lehrgang von Stückzeitberechnern als Unterrichtsmaterial dienten, sind fast ohne Ausnahme auch als Refa-Blätter veröffentlicht.

Der Zusammenhang zwischen dem Refamaterial und dem Inhalt des Lehrbuches liegt — abgesehen von der selbstverständlich ausführlicheren Behandlung des Stoffes in Buchform — darin, daß das Buch als eine Ergänzung der Tafeln anzusehen ist. Es erläutert die Tabellen durch einen Text, der die gedankliche Verbindung zwischen ihnen herstellen soll und den Vortrag des Lehrers ersetzt.

Gegenüber der ersten Auflage bestehen die wesentlichen Änderungen der zweiten Auflage darin, daß die Zahlenwerte den Fortschritten der Bearbeitungstechnik angepaßt und die inzwischen von dem Refa veröffentlichten Bezeichnungen und Abkürzungen übernommen sind. Um — besonders für den Unterricht — eine leichte Vergleichsmöglichkeit zwischen den bei der ersten Auflage benutzten Abkürzungen und denen der neuen Auflage und des Refa zu haben, sind alle Abkürzungen auf Seite XII tabellarisch zusammengestellt worden.

Zum Schluß sei an dieser Stelle den Fachgenossen gedankt, die durch Anregungen und Kritik dazu beigetragen haben, diese neue Auflage zu vervollkommen. Ich darf die Hoffnung aussprechen, daß das Buch sich auch in seiner neuen Gestalt für die betriebstechnische Wissenschaft und für die praktische Anwendung seiner Grundsätze im Betrieb als nutzbringend erweisen wird.

Berlin, im Juli 1927.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

1. Abschnitt. Begriffe und Grundformen für die Vorkalkulation.

	Seite
A. Begriff der Vorkalkulation	1—3
I. Akkordkalkulation	1
II. Offertkalkulation	1
III. Nachkalkulation	3
B. Maß für die Akkordkalkulation	3—5
I. Geldwert als Resultat der Akkordkalkulation	3
II. Zeitwert als Resultat der Akkordkalkulation	4
a) Zeit als Benennung des Rechnungsergebnisses	4
b) Die vorgegebene Zeit	4
c) Die gebrauchte Zeit	5
III. Feststellung des Arbeiters, für den die berechnete Akkordzeit gilt	6
a) Begriff des Durchschnittsarbeiters	6
b) Feststellung des Durchschnittsarbeiters	6
c) Bewertung anderer Arbeiter	7
IV. Akkordbasis bezogen auf den Durchschnittsarbeiter	8
C. Elemente der Vorkalkulation	11—20
I. Einrichtezeit	11
II. Stückzeit	13
III. Verlustzeit	13
IV. Haupt- und Nebenzeit	14
V. Maschinenzeit und Handzeit	15
VI. Der Zuschlag für Überverdienst über die Akkordbasis	15
a) er ist nicht zu berücksichtigen	15
b) er wird am Schluß der Rechnung berücksichtigt	16
c) er wird in Haupt- und Nebenzeit einkalkuliert	17
D. Begriffe für den Umfang einer Arbeit	20—23
I. Fertigungsauftrag	20
II. Fertigungsplan	20
III. Arbeitsgang	21
IV. Arbeitsstufe	21
V. Griff	21
VI. Griffelement	21
E. Rechnungsgrößen und Abkürzungen	23—25
I. Formelgrößen	23
II. Abkürzungen der für die Rechnung benötigten Werkstückdimensionen	25

2. Abschnitt. Methoden zur Errechnung der Maschinen- und Handzeit.

A. Schätzen	26—33
I. Werte für das Drehen	27
II. Werte für das Fräsen	29
III. Werte für das Hobeln	31
IV. Werte für das Bohren	32
V. Handarbeit	33

	Seite
B. Vergleichen	34—38
I. Unter Benutzung von Tabellen	34
II. Auf Grund graphischer Darstellung	37
C. Kalkulationsunterlagen auf Grund von Erfahrungswerten	38—70
I. Grundsätze für die Bildung solcher Unterlagen	38
II. Zusammenstellung der die Herstellungszeit beeinflussenden Bedingungen	39
a) für die Einrichtezeit	39
b) für die Hauptzeit	39
c) für die Nebenzeit	43
III. Entwicklung von Kalkulationsunterlagen für das Einrichten in der Dreherei	45
a) Grundtabelle	45
b) Gebrauchstabelle	45
IV. Entwicklung von Richtwerten für die Maschinenzeiten in der Dreherei	48
a) Schruppen	49
b) Schlichten	51
V. Entwicklung von Richtwerten für Maschinenzeiten in der Fräseerei	54
VI. Rechnungshilfsmittel zur Benutzung der Richtwerte für die Maschinenzeiten	57
a) Sägediagramm	57
b) Übermittlung der von der Kalkulation benutzten Werte an den Arbeiter	59
c) Maschinenkarte des AWF.	63
VII. Entwicklung von Kalkulationsunterlagen für die Nebenzeiten in der Dreherei	66
a) für Spannen	66
b) für Anstellen und Messen	67
VIII. Rechnung von Beispielen mit den in III—VII. gefundenen Unterlagen	70
D. Kalkulationsunterlagen auf Grund von Zeitstudien	70—128
I. Einführung in die Zeitstudien	70
a) Begriff	70
b) Zweck	70
c) Ausführen der Zeitstudien	73
d) Auswertung der Zeitstudien	77
nach der Methode der Mittelwerte	78
nach der Methode der Minimawerte	80
II. Zeitstudien in der Massenfabrikation	84
a) Aufnahme und Auswertung	84
b) Arbeitsunterweisung und Akkordkarte	86
III. Zeitstudien in der großen Reihenfertigung	92
a) Aufnahme und Auswertung vor der Rationalisierung	92
b) Rationalisierung	93
c) Aufnahme und Auswertung nach der Rationalisierung	96
d) Bilden von Kalkulationsunterlagen und Rechnen von Beispielen	99
IV. Zeitstudien in der kleinen Reihen- und Einzelfertigung	105
a) Grundsätze für die Vornahme von Zeitstudien in der kleinen Reihen- und Einzelfertigung	105
b) Normzeittabelle für die Dreherei	105
c) Entwicklung der Spannzeitabelle	117
d) Entwicklung der Zeiten für Anstellen und Messen	122
E. Berechnung von Maschinenzeiten in der kleinen Reihenfertigung und in der Einzelfertigung	129—170
I. Bedingungen für die Bemessung von Schnittgeschwindigkeit und Vorschub	129
a) abhängig vom Werkzeug	129
b) abhängig von der Leistung der Maschine	129
c) abhängig vom Werkstück	129
d) abhängig von der Fertigungsgüte	129

	Seite
II. Abhängigkeit der Schnittgeschwindigkeit und des Querschnittes von dem Werkzeug	130
III. Abhängigkeit der Schnittgeschwindigkeit und des Querschnittes von der Leistung der Maschine	132
a) Berechnung auf Grund des Drehmomentes (bei konstantem k_s)	133
b) Berechnung auf Grund der eingeleiteten Energie	135
c) Rechnungshilfsmittel zur Berücksichtigung der Leistung der Maschine bei der Kalkulation (bei konstantem k_s)	137
d) dto. für die gleichzeitige Berücksichtigung von Werkzeug und Maschine (bei konstantem k_s)	141
e) Rechnungshilfsmittel für die gleichzeitige Berücksichtigung von Werkzeug und Maschine (k_s abhängig vom Querschnitt)	146
IV. Richtwerte für Schnittgeschwindigkeit und Vorschub unter Berücksichtigung der Widerstandsfähigkeit des Werkstückes	155
a) Einteilung der Werkstücke ihrer Widerstandsfähigkeit nach	155
b) Bilden von Richtwerten für v und q für halbstarile und vibrierende Werkstücke	158
c) Rechnungshilfsmittel zur Benutzung dieser Unterlagen	161
V. Richtwerte für Schnittgeschwindigkeit und Vorschub unter Berücksichtigung der zu erzielenden Fertigungsgüte	165
a) Entwicklung der Richtwerte für Schlichten	165
b) Rechnungshilfsmittel zur Benutzung dieser Richtwerte	166
VI. Berechnung der Maschinenzeiten bei gleichzeitiger Bedienung mehrerer Maschinen durch einen Arbeiter	168
a) bei gleichen Teilen auf mehreren Maschinen	168
b) bei verschiedenartigen Teilen auf mehreren Maschinen	170
F. Ermittlung von Akkordzeiten für reine Handarbeit	171—174
G. Anwendung der verschiedenen Kalkulationsmethoden	174—178
I. Allgemeine Richtlinien	174
II. Detaillierte Übersicht über die Anwendung jeder einzelnen Methode	177

3. Abschnitt. Zuschläge.

I. Leistungszuschläge	179
II. Ermüdungszuschläge	181
III. Verlustzuschläge	181
IV. Zuschläge zur Maschinenzeit	185
V. Zuschläge für Stahlschleifen	185
VI. Zuschläge für andere Stückzahlen, als der Kalkulation zugrunde gelegt	186
VII. Zuschläge für Benutzung anderer Werkzeuge, als der Kalkulation zugrunde gelegt	187
VIII. Zuschläge für hartes Material	188

Gegenüberstellung der Abkürzung für die Benennung der verschiedenen Zeiten

nach Refa, Hegner 1. Auflage, Hegner 2. Auflage.

Nr.	Seite	Benennung der Zeit	Abkürzung nach			Bemerkungen
			Refa	Hegner 2. Auflage	Hegner 1. Auflage	
1	5	vorgegebene Akkordzeit ohne Zuschlag für Mehrverdienst	T_1 od. T_z	t_a	t_a	
2	5	vom Arbeiter benötigte Akkordzeit		t_b	t_b	
3	11/12	Gesamtzeit d. Fertigung f. 1 Stck. = vorgegebene Akkordzeit f. 1 Stck.	T_1	T_1	$t_{ag} \times$	$\times g$ bedeutet, daß die Akkordzeit genau berechnet ist und keine versteckten Zuschläge t_m enthält
4	11/12	Gesamtzeit d. Fertigung f. z Stck. = vorgegebene Akkordzeit f. z Stck.	T_z	T_z	$t_{og} \times$	
5	5	Unterschied zwischen vorgegebener und benötigt. Akkordzeit (Nr. 1 u. 2)		t_u	t_u	
6	15/20	Zuschlag für Mehr- oder Überverdienst über die Akkordbasis		t_m	t_m	
7		vorgegebene Akkordzeit einschl. Zuschlag für Mehrverdienst		t_{am}		
8	10	Zuschlag für normale Verlustzeit	t_v	t_v	t_v	
9	11/12	Gesamteinrichtezeit einschl. Verlustzeit	t_e	t_e	$t_{eg} \times$	
10	14	Gesamteinrichtezeit einschl. Verlustzeit und Zuschlag f. Mehrverdienst		t_{em}	t_e	
11	11/12	eigentliche Einrichtezeit ohne Verlustzeitzuschlag	t_{ee}	t_{ee}	$t_{eeg} \times$	
12	15	eigentliche Einrichtezeit ohne Verlustzeitzuschlag, jedoch mit Zuschlag für Mehrverdienst		t_{eem}	t_{ee}	
13	12/13	Stückzeit einschl. Verlustzeit	t_{st}	t_{st}	$t_{stg} \times$	
14	16	Stückzeit einschl. Verlustzeit und Zuschlag für Mehrverdienst		t_{stm}	t_{st}	
15	9	Grundzeit ohne Verlustzeitzuschlag	t_g	t_g	$t_{1g} \times \times$	$\times \times$ heißt auch „eigentliche Stückzeit“
16	17	Grundzeit resp. eigentliche Stückzeit ohne Verlustzeitzuschlag, jedoch einschl. Zuschlag für Mehrverdienst		t_{gm}	t_1	
17	12/15	Hauptzeit ohne jeden Zuschlag	t_h	t_h	$t_{hg} \times$	
18	18	Hauptzeit einschl. Zuschlag für Mehrverdienst		t_{hm}	t_h	
19	12/15	Nebenzeit ohne jeden Zuschlag	t_n	t_n	$t_{ng} \times$	
20	18	Nebenzeit einschl. Zuschlag für Mehrverdienst		t_{nm}	t_n	

Erster Abschnitt.

Begriffe und Grundformen für die Vorkalkulation.

A. Begriff der Vorkalkulation.

Mit dem Begriff Kalkulation verbindet man in der Technik die Aufgabe, die teilweisen oder vollständigen Kosten für ein Fertigungsprodukt in irgendeiner Weise zu berechnen. Durch diese Erklärung ist der Begriff aber keineswegs endgültig umrissen. Es gibt vielmehr verschiedene Kalkulationsarten, die sich durch das Ziel unterscheiden, dem die verlangte Kalkulation gilt. Dadurch, daß man alle derartigen Aufgaben schlechtweg mit dem Ausdruck Kalkulation bezeichnet, besteht niemals Klarheit darüber, welche Kalkulation eigentlich gemeint ist. Es seien deshalb zunächst einmal die verschiedenen Arten der Kalkulation genannt und fest umrissene Begriffe und Erklärungen für sie geschaffen. Es gibt drei Arten von technischen Kalkulationen; diese sind:

- I. die Akkordkalkulation oder Vorkalkulation von Bearbeitungszeiten,
- II. Offertkalkulation,
- III. die Nachkalkulation.

I. Die Akkordkalkulation.

Die Akkordkalkulation ist diejenige, mit der sich das vorliegende Werk ausschließlich beschäftigen soll. Sie verfolgt den Zweck, das Entgelt festzustellen, das dem Arbeiter für die Erledigung einer ihm vorgegebenen Arbeit vom Unternehmer zu gewähren ist. Für diese Kalkulation ist der Name „Akkordkalkulation“ deshalb geprägt, weil der Begriff Akkord sich in der Technik eingebürgert hat. Geläufig ist dafür auch der Ausdruck Vorkalkulation von Bearbeitungszeiten und neuerdings wird die Bezeichnung „Stückpreis- oder Stückzeitberechnung“ vielfach benutzt.

II. Die Offertkalkulation.

Die Offertkalkulation hat die Aufgabe, den Verkaufspreis für eine vom Unternehmer anzubietende Ware festzustellen. Sie zerfällt in so viel einzelne Berechnungen, als die Herstellung einer Ware aus verschiedenen Elementen besteht. Meist sind das folgende:

Material,	Löhne,	Werksunkosten,
Handlungsunkosten,		Verdienst.

Die Aufrechnung dieser einzelnen Posten von dem die Offertkalkulation erledigenden Beamten geschieht in folgender Weise: Die zur Herstellung der Ware benötigten Löhne werden auf der Grundlage der Akkordkalkulation für die einzelnen Herstellungsvorgänge festgestellt und dann addiert. Die Aufwendungen für die in der Ware verarbeiteten

Materialien werden auf Grund der Einstandspreise berechnet. Die Werksunkosten werden zu den durch die Akkordkalkulation gefundenen Löhnen in Prozentsätzen zugeschlagen, die möglichst monatlich, besser jedoch noch in kürzeren Zeitabschnitten, von der Betriebsbuchhaltung des Werkes festgestellt werden. Die drei Posten: Löhne, Material, Unkosten ergeben die Selbstkosten der Ware. Zu den Selbstkosten ist weiter der Zuschlag für den Verdienst hinzusetzen, dessen Höhe im Ermessen des Unternehmers steht und bedingt wird durch die Verkaufsmöglichkeit der Ware, also besonders durch die Preise der Konkurrenz. Zu der durch Selbstkosten und Verdienst gebildeten Summe sind nun noch die Handlungskosten zuzuschlagen, die in Prozentsätzen von dieser Summe genommen werden und die Abgeltung der Kosten für die Verkaufsorganisation bedeuten. Die Offertkalkulation stellt also diejenigen Kosten fest, die der Fabrikant kennen muß, um für eine angefragte Ware einen Preis zu nennen, der seine Aufwendungen und seinen Verdienst in sich trägt.

In der Zeit der hoffentlich für immer entschwundenen täglichen Geldentwertung, d. h. in den Jahren 1920—23, war es eine beinahe unmögliche Aufgabe, eine Offertkalkulation aufzumachen. Waren doch die Preise, die man für die Herstellung einer Ware für einen Tag feststellte, am nächsten Tage längst wieder überholt. Der früher stabile Maßstab des Geldes schwankte von Tag zu Tag so ungeheuerlich, daß mit der Währung als Maßstab eine Offertkalkulation überhaupt nicht durchzuführen war. Man ist deshalb besonders in fortgeschrittenen Betrieben dazu übergegangen, an Stelle des wechselnden Geldwertes andere Maße für die Offertkalkulation zu benutzen. Solche stabil bleibenden Maße waren an Stelle der Löhne die Arbeitszeit und an Stelle des Materialpreises das Gewicht. In bezug auf den Werksunkostensatz war man nach wie vor an die bisher übliche Art der Feststellung seiner Höhe durch die Betriebsbuchhaltung gebunden. Eine Offertkalkulation, aufgebaut auf den ihren gleichen Wert behaltenden Maßstäben der Zeit und des Gewichtes, war in der Lage, dem täglich sprunghaft sich ändernden Wert der Markbeträge ohne Schwierigkeiten zu folgen. An einem Beispiel sei dies gezeigt. Es soll der Preis für die Herstellung irgend-einer kleinen Maschine abgegeben werden. Die Offertkalkulation gestaltet sich wie folgt:

durch Akkordkalkulation errechnete notwendige Arbeitszeit	=	1000 Std.
in der Ware verarbeitetes Gußeisen	=	200 kg
in der Ware verarbeiteter Stahl	=	50 "
in der Ware verarbeitete Bronze	=	10 "
in der Ware verarbeitetes Leichtmetall	=	3 "

Die Aufrechnung der Offertpreise für einen bestimmten Tag geschieht nun in der Weise, daß für die Bewertung der Arbeitszeit der gerade gültige Tariflohn je Stunde eingesetzt wird, für die Materialien der Tagespreis. Beispielsweise würde also die Herstellung dieser Maschine am 30. 10. 23 in Berlin gekostet haben:

für Gußeisen, das kg zu 5,30 Milliarden	=	1060 Milliarden
für Stahl, " " " 6,30 "	=	315 "
für Bronze, " " " 40 "	=	400 "
für Leichtmetall, " " " 24 "	=	72 "
für Löhne bei einem Stundenlohn von 13 Milliarden .	=	13 000 "
Unkosten 200% der Löhne	=	26 000 "
<hr/>		
infolgedessen Selbstkosten der Maschine	=	40 847 Milliarden
Verdienst 30%	=	12 254 "
Handlungskosten 5%	=	2 450 "
<hr/>		
also war der zu offerierende Preis für die Ware	=	55 551 Milliarden

Wenn derartige Betrachtungen durch die inzwischen erfolgte Stabilisierung der Währung auch ihre damalige Bedeutung verloren haben, so ist die hier angegebene Methode der Offertkalkulation doch in jedem Falle zweckmäßig. Denn Löhne und die Einstandspreise der Materialien sind stets Schwankungen unterworfen und deshalb muß der schwankende Geldwert durch das stabil bleibende Maß der Zeit, der schwankende Materialpreis durch das stabil bleibende Maß des Gewichtes ersetzt werden.

III. Die Nachkalkulation.

Sie dient zur Nachprüfung, ob die tatsächlich gezahlten Kosten für Material, Löhne und Unkosten den durch die Offertkalkulation vorkalkulierten Werten entsprechen. Die Nachkalkulation führt also alle diejenigen Aufwendungen zusammen, die für die Herstellung der Ware gemacht sind. Sie geht also darauf hinaus, eine genaue Selbstkostenermittlung nach Erledigung der Arbeit zu veranstalten.

Es ist nicht Aufgabe dieses Buches, für die Nachkalkulation Wege zu weisen. Ich darf mich hier darauf beschränken, auf die wertvollen Arbeiten des „Ausschusses zur Ermittlung der Selbstkosten“ — einem Untergliede des Ausschusses für wirtschaftliche Fertigung beim Reichswirtschaftsministerium — hinzuweisen. Es möge nur erwähnt sein, daß es für die Ermittlung der Selbstkosten in Zeiten der Währungsschwankung natürlich falsch ist, die aufgewendeten Geldbeträge, die je nach der Zeit ihrer Zahlung einen ganz verschiedenen Wert haben, zusammenzuführen. Auch hier ist der einzig gangbare Weg der, die benötigte Materialmenge und die verbrauchte Arbeitszeit gegenüberzustellen den durch die Offertkalkulation festgestellten Werten. Bei stabilen Währungsverhältnissen kann die Nachkalkulation durch Sammeln der für Material, Löhne + Unkosten aufgewendeten Geldbeträge ihrem Zweck genügen.

Nachdem die drei Arten der Kalkulation nun begrifflich festgelegt sind, kann an die Erledigung der für das Werk gestellten Aufgabe herangegangen werden, die darin besteht, ein Wegweiser zu sein für die Vorkalkulation von Akkorden. Sicher ist die Akkordkalkulation die wichtigste der drei genannten Kalkulationen, baut sich doch auf ihr jede andere immer wieder auf. Fehler, die bei ihr gemacht werden, beeinflussen das Arbeitsprodukt von seiner Entstehung bis zum Verkauf, und gerade die kurzen Erläuterungen über die drei Arten der Kalkulation dürften gezeigt haben, wie wesentlich die Aufgabe ist, einen Weg zu finden, um die richtigen Akkorde für die Erledigung der Arbeit zu berechnen. Nur wer richtige Akkorde kalkulieren kann, kann richtige Offerten abgeben; nur wer richtige Offerten abgeben kann, kann Geschäfte machen.

Von der richtigen Vorkalkulation hängt aber nicht nur das äußere Gedeihen des Werkes ab, der richtige Akkord soll auch den Frieden zwischen Arbeiter und Unternehmer herstellen, und so wird die Vorkalkulation zu einem wichtigen Faktor auch für die innere Gesundheit des Werkes.

B. Das Maß für die Kalkulationsrechnung.

I. Der Geldwert als Resultat der Akkordkalkulation.

Wenn man eine Rechnung aufmacht — und Stückpreise vorkalkulieren heißt rechnen, mitunter sogar sehr genau und kompliziert rechnen —, so muß man sich zunächst einmal darüber klar werden, mit welchem Maß man das Ergebnis der Rechnung benennt. Es war früher allgemein üblich, dem Arbeiter den Gegenwert für seine Leistung in der Form von Geld bekannt zu geben. Diese Methode war so lange gängig, als der Wert des Geldes gleich blieb. Es ist aber bereits in dem vorhergehenden Abschnitt auf die Folgen hingewiesen, die das Schwanken des Geldwertes in bezug auf die Bemessung der Arbeit mit sich brachte. In solchen Fällen ist es notwendig, bei jeder Tarifänderung die bereits berechneten Geldakkorde mit einem dem Tariflohn entsprechenden neuen Geldwert zu versehen. Das wäre immerhin verhältnismäßig einfach gewesen, wenn ein Akkord sich immer von dem Anfang der einen bis zum Anfang der anderen Lohnperiode, also beispielsweise innerhalb einer Woche erledigen ließe; meist liegt es aber doch so, daß die Arbeit von der einen in die andere Woche hineinreicht oder aber — und das ist bei großen und schwierigen Arbeiten der Fall — sich oft über mehrere Wochen hinzieht. In diesem Falle blieb nichts weiter übrig, als von Woche zu Woche die für den nicht erledigten Teil der Arbeit noch vorhandenen Geldbeträge dem neuen Tarif entsprechend umzurechnen. Tatsächlich ist auch in den meisten Betrieben in Zeiten der Währungsschwankung

auf solche Weise verfahren worden. Die für die Kalkulation und Lohnabrechnung nötigen Beamten mußten zur Erledigung dieser Arbeiten ins Ungeheure vermehrt werden, und trotzdem war es unmöglich, eine klare Übersicht über die bereits gezahlten oder noch zu zahlenden Teile eines Akkordes zu gewinnen.

Für diejenigen, die damals selbst Akkordbüros oder Vorkalkulationen geleitet haben, ist es ja nichts Unbekanntes, daß diese Verhältnisse ein Chaos in der Bemessung von Akkorden und in der Lohnabrechnung hervorgerufen haben, das überhaupt nicht mehr zu entwirren war. Der Schrei nach Wertbeständigkeit, der in der ganzen deutschen Welt sich erhob, wurde deshalb besonders laut in der Industrie; denn auch dem Arbeiter war ja jede Übersicht über den Wert seiner Arbeit genommen. Gerade diese Verhältnisse waren es, die als die historischen Ursachen anzusehen sind für die Schaffung eines wertbeständigen Maßes für die Arbeit.

II. Der Zeitwert als Resultat der Akkordkalkulation.

a) Die Zeit als Benennung des Rechnungsergebnisses.

Als ein solches wertbeständiges Maß für die Arbeit des Arbeiters ist nun die Zeit anzusehen, die man ihm gerechterweise für die Erledigung seiner Arbeit zubilligen muß. Der Maßstab der Zeit ist über alle Verhältnisse hinweg unwandelbar. Der Techniker ist ja ohnehin gewohnt, mit festen Maßen zu rechnen, und deshalb ist der Maßstab der Zeit der willkommenste, zugleich auch der einzigst mögliche Weg, den Wert einer Kalkulationsrechnung für alle Zeiten unveränderlich festzulegen. Zudem macht die Benutzung der Zeit als unwandelbarer Maßstab die Vorkalkulation objektiver und frei von dem Einfluß durch Lohnstreitigkeiten. Dem Vorkalkulator kann es vollkommen gleichgültig sein, was der Arbeiter an Geld für seine Arbeit erhält, für ihn besteht nur die Aufgabe, auszurechnen, welche Zeit der Arbeiter zur Erledigung der ihm vorgegebenen Arbeit benötigt. Was es für diese Zeit an Geld dann gibt, ist lediglich eine Sache der Lohnpolitik, eine Angelegenheit, die die Verbände in Tarifverhandlungen zu regeln haben.

Tatsächlich ist nun die Industrie mehr und mehr dazu übergegangen, einen Akkord nicht in Geld, sondern in Zeit vorzugeben, und damit ist die Umwandlung von dem bisher üblichen Geldakkord in den Zeitakkord¹⁾ in die Wege geleitet. Es ist eigentlich unverständlich, wie ein an sich so außerordentlich klares, einfaches und einleuchtendes Verfahren nicht sofort Eingang in alle Zweige der Industrie gefunden hat. Es ist unverständlich, daß dieser Weg nicht überall von selbst von den Technikern gegangen worden ist, deren Wesen doch sonst überall nach Klarheit, Einfachheit und Beständigkeit ringt. Es ist jedoch zu hoffen, daß die zahlreichen Hinweise in der technischen Literatur, vor allen Dingen aber in neuerer Zeit die grundlegenden Arbeiten des bereits im Vorwort genannten Ausschusses für Hand und Maschinenzeiten beim Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung bahnbrechend wirken, so daß die Zeit nicht mehr fern sein dürfte, in der dem Arbeiter überall für die Erledigung eines Akkordes die auf genauen Unterlagen errechnete Zeit vorgegeben wird. Dadurch sind dann Lohnstreitigkeiten mit einem Schlage aus den Betrieben entfernt. Streitigkeiten über die Höhe eines Akkordes können dann immer nur noch auf dem Gebiete der Fertigung selbst ausgetragen werden, und es ist sicher einfach, durch eine Überprüfung festzustellen, ob sich die Arbeit in der vom Vorkalkulator vorher errechneten Zeit ausführen läßt. Je genauer die Methoden zur Vorherberechnung der Herstellungszeit ausgestaltet werden, um so mehr werden auch diese Differenzen aus den Betrieben verschwinden.

b) Die vorgegebene Zeit.

Aber mit dem Maßstab der Zeit nur als Resultat für die Kalkulationsrechnung sollte man nicht stehen bleiben. Man muß auch dem Arbeiter auf dem Akkordvertrag — dem

¹⁾ Maschinenbau 1924, Heft 19: „Richtlinien für die Einführung des Zeitakkordes“. A.W.F.

Akkordschein — den Wert für seine Arbeit in Zeit vorgeben, d. h. auf den Akkordschein soll man künftig nicht mehr schreiben, du bekommst für deine Arbeit so und soviel Mark, sondern, du bekommst für deine Arbeit so und soviel Zeit. Damit erhält auch der Arbeiter für seine Arbeit einen unwandelbaren Maßstab.

Es bestehen allerdings in der Industrie gegen die Abgabe von Herstellungszeiten an den Arbeiter gewisse Bedenken. Man sagt sich, daß man sich eine Fessel in der Weise anlegt, daß man eine falsch berechnete Zeit niemals wieder zurückändern kann. Die Furcht vor diesen Folgen hat ihre Ursache darin, daß der Unternehmer meist in die vom Vorkalkulator errechnete Zeit Zweifel setzt, daß er ihr nicht traut, daß er sie für unrichtig hält, und gerade dies ist ein weiterer Grund, die Methoden zur Errechnung von Stückzeiten zu klären. Je mehr dies Ziel erreicht wird, um so weniger braucht man Bedenken zu haben vor den genannten Folgen der Bekanntgabe der Anfertigungszeit an den Arbeiter.

Zudem sind die Bedenken, eine falsch errechnet vorgegebene Zeit nicht ändern zu können, kaum stichhaltig. Der Arbeiter verlangt umgekehrt ja schließlich auch eine Korrektur derjenigen Akkordzeit, die seiner Meinung nach zu niedrig errechnet ist, und es empfiehlt sich, bei der Einführung des Zeitakkordes mit der Arbeitervertretung zu vereinbaren, daß derartige Änderungen von beiden Seiten beantragt, überprüft und nach erfolgter Prüfung richtig gestellt werden können.

Für den Arbeiter selbst bedeutet die Kenntnis der ihm zugebilligten Anfertigungszeit durch die Form des Zeitakkordes zweierlei: zunächst einmal Klarheit über den Gegenwert für seine Arbeit und dann Ansporn, die auf einer durchschnittlichen Fertigungszeit beruhende Rechnung durch besondere Leistungen zu unterbieten.

c) Die gebrauchte Zeit.

Nach diesen Ausführungen werden wir also in den folgenden Abhandlungen nicht nur das Zeitmaß für das Resultat unserer Rechnungen benutzen, sondern wir werden diese Zeit auch dem Arbeiter als Entgelt für seine Arbeit auf dem Akkordvertrag — dem Akkordschein — zur Kenntnis bringen. Es ist jedoch bei Vorgabe der Zeit folgendes zu berücksichtigen: Nur in den allerseltensten Fällen wird die Zeit, die der Vorkalkulator ausgerechnet und vorgegeben hat, dieselbe sein, wie die Zeit, die der Arbeiter gebraucht hat. Ein geschickter und fleißiger Arbeiter wird zur Erledigung der Arbeit weniger Zeit gebrauchen als der Vorkalkulator ausgerechnet hat; wird die Arbeit dagegen von einem faulen und ungeschickten Arbeiter ausgeführt, so wird dieser mehr Zeit benötigen als die Vorkalkulation festgestellt hat. Es ist also ein Unterschied zu machen zwischen der vom Kalkulator errechneten vorgegebenen Zeit und derjenigen Zeit, die der Arbeiter gebraucht hat.

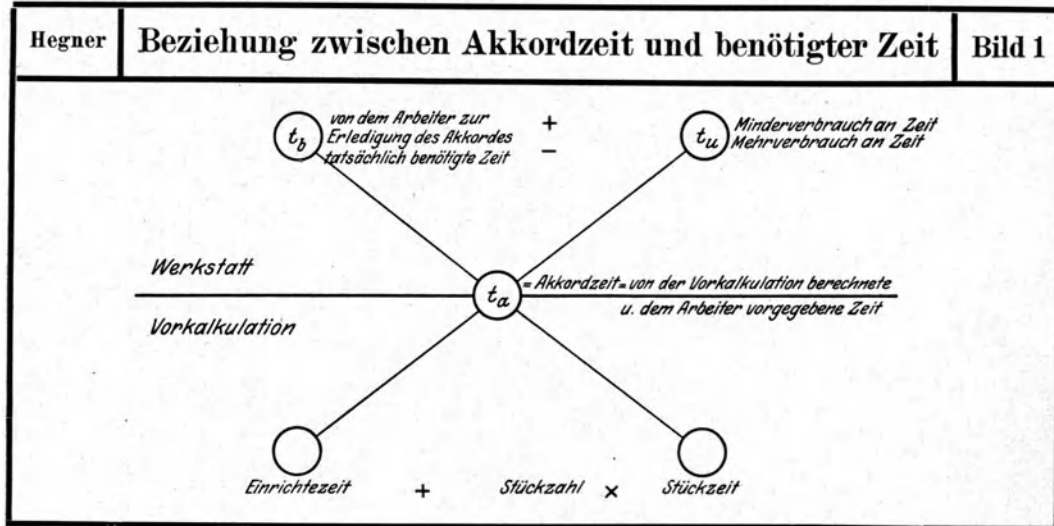
Die Minuten oder Stunden, die der Vorkalkulator errechnet hat, und die Minuten oder Stunden, die der Arbeiter zur Fertigstellung der Arbeit benötigt hat, müssen deshalb auch mit verschiedenen Bezeichnungen benannt werden. Wir wollen die erste die vorgegebene Zeit oder Akkordzeit t_a und die zweite die gebrauchte oder benötigte Zeit t_b nennen. Für die Akkordzeit und für die benötigte Zeit werden Bruchteile von Minuten oder Stunden zweckentsprechend in Dezimalen angegeben.

Der Unterschied zwischen der Akkordzeit t_a und der gebrauchten Zeit t_b kann sowohl positiv wie negativ sein. Wenn wir diesen Zeitunterschied mit t_u bezeichnen, so besteht für die Beziehungen von t_a , t_b und t_u folgende Gleichung:

1. Ist $t_b < t_a$, so ist $t_b = t_a - t_u$
2. Ist $t_b > t_a$, so ist $t_b = t_a + t_u$.

Im ersten Falle hat der Arbeiter eine um t_u Minuten kürzere Zeit gebraucht als die Vorkalkulation; das ist sein Mehrverdienst. Im zweiten Falle hat der Arbeiter eine um t_u längere Zeit benötigt als die Vorkalkulation errechnet; das bedingt einen Minderdienst gegenüber dem errechneten Wert.

Die Beziehungen zwischen Akkordzeit, benötigter Zeit und Zeitunterschied sind in Bild 1 schematisch dargestellt.



III. Feststellung des Arbeiters, für den die Akkordzeit gelten soll.

a) Begriff des Durchschnittsarbeiters.

Wenn wir das Maß festgelegt haben, mit dem wir unsere Vorkalkulationsrechnung benennen wollen, so müssen wir nun noch den Arbeiter näher bestimmen, für den dieses Maß gelten soll. Der Arbeiter muß von einer solchen Leistungsfähigkeit sein, daß er in der Lage ist, die Arbeit genau in der errechneten Akkordzeit zu beenden. Wir haben bereits vorhin gezeigt, daß je nach der Leistungsfähigkeit des Arbeiters die Akkordzeit von ihm erreicht oder um den Zeitunterschied t_u über- oder unterschritten werden kann. Daraus folgt also, daß der Arbeiter, dessen Leistungsfähigkeit die Vorkalkulation als Richtschnur für ihre Berechnungen zugrunde legt, ein solcher mittlerer, durchschnittlicher Leistungsfähigkeit sein muß; wir wollen ihn als normaleistungsfähigen Arbeiter bezeichnen. Es muß also für ihn die Gleichung bestehen

$$t_a = t_b.$$

Dieser normaleistungsfähige Arbeiter oder auch Durchschnittsarbeiter soll ein Mann sein, der mit der von ihm bedienten Maschine, mit den Werkzeugen, mit ihrer Handhabung, mit der Art der Bearbeitung und mit den Betriebseinrichtungen vollkommen vertraut ist und längere Zeit in dem Betrieb Arbeiten ausführt, die seinem Beruf entsprechen. Er soll also nicht nur in seinem Fach, sondern auch in seinem Betriebe kein Neuling sein; er soll „eingearbeitet“ sein.

b) Feststellung des Durchschnittsarbeiters.

Die Feststellung der durchschnittlichen, der normalen Leistungsfähigkeit des Arbeiters kann nur sehr bedingt auf mechanischem Wege erfolgen; sie ist meist nur zu erreichen durch Schätzung. Folgende drei Wege seien dafür angegeben:

1. Schätzen durch den Meister oder durch den Zeitstudienbeamten.
2. Vergleich mit der Leistung anderer Arbeiter.
3. Errechnen aus dem bisherigen Durchschnittsverdienst.

Das erste Mittel gibt immer noch das sicherste Resultat, wenn die Schätzung erfolgt durch einen in der Beurteilung von Bearbeitungsvorgängen besonders geschulten technischen Beamten. Gerade ein derartiger Beamter bekommt durch die dauernde Tätigkeit

des Einschätzens der Leistungen der Arbeiter eine gewisse Übung. Die Art und Weise, wie der Arbeiter seine Arbeit anfaßt, wie er die einzelnen Griffe an der Maschine erledigt, geben einem solchen Mann schon das gewünschte Bild von der Leistungsfähigkeit des beobachteten Mannes.

Außer diesem Einschätzen ist das Vergleichen der Leistung mit denen anderer Leute ein Mittel, den Leistungsgrad festzustellen. Es ist besonders dann zu gebrauchen, wenn gleichartige oder sehr ähnliche Arbeitsvorgänge von verschiedenen Leuten ausgeführt werden.

Das dritte Mittel zur Feststellung der Leistungsfähigkeit des Arbeiters ist die Errechnung auf Grund seines bisherigen Durchschnittsverdienstes. Man kann wohl annehmen, daß ein Arbeiter, der immer 25% über den Durchschnitt der übrigen verdient hat, auch bei einer bei ihm beobachteten Arbeit dieses Maß an Fertigkeiten zeigen wird. Dieser Weg kann aber nur dann gegangen werden, wenn die Akkorde, auf Grund deren der Mann seine Durchschnittsverdienste erzielt hat, rechnerisch richtig erfaßt sind. Auch dann muß sich aber die Berechnung des Leistungsgrades auf Durchschnittsverdienste innerhalb größerer Zeitabschnitte erstrecken.

In allen drei Fällen ist zu bedenken, daß ein beobachteter Arbeiter die Tendenz haben wird, seine Leistungen künstlich zu verringern, um dem beobachtenden Beamten eine längere Fertigungsdauer für die fragliche Arbeit vorzutäuschen. Dies wird besonders dann eintreten, wenn bei Akkorddifferenzen auf Antrag des Arbeiters die von ihm gebrauchte Zeit mit der von der Vorkalkulation errechneten verglichen wird. Hier hilft nur als Beobachter ein erstklassiger Fachmann, der am besten selbst in der Lage ist, die strittige Arbeit auszuführen.

c) Bewertung anderer Arbeiter.

Wenn man nun auf die geschilderte Weise den Arbeiter normaler durchschnittlicher Leistungsfähigkeit feststellen kann, für den die Kalkulation die Akkordzeit berechnet, so bleiben in bezug auf die Beurteilung der übrigen Arbeiter zwei Fragen zu klären:

1. Wie werden Arbeiter höherer oder niederer Leistungsfähigkeit bewertet?
2. Wie wirkt sich diese Bewertung für die Vorkalkulation aus?

Viele Betriebe benutzen zur Lösung der ersten Frage den Weg, die Leistungsfähigkeit anderer Arbeiter in Abhängigkeit zu bringen von der des Durchschnittsarbeiters. Man bezeichnet dann die Leistungsfähigkeit eines Durchschnittsarbeiters mit 100%.

Wird nun durch die angeführten Methoden des Schätzens durch Meister und Beobachter, des Vergleichens mit anderen Arbeitern, oder des Errechnens aus dem bisherigen Durchschnittsverdienst festgestellt, daß ein Arbeiter Leistungen über diejenigen des Durchschnittsarbeiters zeigt, so wird diese Leistungsfähigkeit mit einem höheren Prozentsatz bezeichnet, z. B. 125%. Wird durch die oben genannten Methoden die Leistungsfähigkeit eines Arbeiters geringer eingeschätzt, so wird sie mit einem niedrigeren Prozentsatz als 100 ausgedrückt, z. B. 80%.

Es sei hier auf eine ausführliche Abhandlung hingewiesen, die gerade über diese Frage Weese-Magdeburg-Buckau in der Werkstattstechnik 1923 Heft 12/13 erscheinen ließ. Weese will die Angelegenheit durch das Stellen der Aufgabe lösen, die von einem Arbeiter beliebiger Leistungsfähigkeit gebrauchte Zeit auf eine solche zurückzuführen, die ein Arbeiter mittlerer Leistungsfähigkeit gebraucht haben würde. Er gibt hierfür folgende Richtlinien¹⁾:

„Bei jeder Zeitaufnahme ist während ihrer gesamten Dauer außer dem von der Werkleitung bestellten Zeitaufnehmer ein vom Betriebsrat beauftragter sachverständiger Vertrauensmann anwesend, der zugleich natürlich auch Betriebsratsmitglied sein kann. Der Zeitaufnehmer und der Vertrauensmann der Arbeiterschaft beurteilen zahlenmäßig, um wieviel kürzere oder längere Zeit (in von Hunderten) die Zeitaufnahme erledigt worden wäre, wenn

¹⁾ Weese, Magdeburg-Buckau, Stückzeitermittlung aus Zeitaufnahmen. Werkst.-Techn. Heft 12/13.

a) ein Durchschnittsarbeiter, d. h. ein Mann durchschnittlicher Geeignetheit für die gerade vorliegende Arbeit zu der Zeitaufnahme herangezogen worden wäre,

b) der beobachtete Arbeiter mit voller Anstrengung gearbeitet hätte, d. h. mit der Anstrengung, die er dauernd anwenden kann.

Es kommt dabei durchaus nicht darauf an, ein allgemeines Urteil über den Arbeiter — Leistungen und Fleiß — zu fällen, sondern es ist nur darüber zu entscheiden, wie weit der Mann nach seinen körperlichen und geistigen Anlagen — Kraft, Geschicklichkeit, Rüstigkeit, Auffassungsgabe — für die gerade vorliegende Arbeit geeignet war, und ob er die gerade vorliegende Arbeit mit der vollen, ihm dauernd möglichen Anstrengung ausgeführt hat.“

Für die Praxis bedeutet die erwähnte Feststellung der Leistungsfähigkeit eines beliebigen Arbeiters durch Prozentangabe in bezug auf die Leistung des Durchschnittsarbeiters ein einfaches Hilfsmittel. Der verschiedene Leistungsgrad des Arbeiters ist natürlich von der Vorkalkulation nicht zu berücksichtigen; sie berechnet ihre Zeiten nur für den normaleistungsfähigen Arbeiter. Praktische Bedeutung bekommt die in Prozenten ausgedrückte verschiedenartige Fähigkeit der Arbeiter nur bei der Beurteilung über die Berechtigung von Reklamationen.

Wir wollen einmal annehmen, daß die vom Kalkulator errechnete Zeit für einen Arbeitsvorgang 80 Minuten beträgt. Die Zeit ist also nach unseren bisherigen Erklärungen diejenige, in der der Durchschnittsarbeiter die Arbeit erledigen müßte. Die Zeit wird von dem die Arbeit ausführenden Mann beanstandet, und es muß vermittels Abstoppen eine Nachprüfung des Akkordes in der Werkstatt stattfinden. Es ist nun natürlich nicht möglich, ohne Kenntnis der Leistungsfähigkeit des Mannes festzustellen, ob der Akkord richtig errechnet ist, oder ob er zu hoch oder zu niedrig ist. Ist der Mann ein Durchschnittsarbeiter, ist seine Leistungsfähigkeit also mit 100 % festgesetzt, so muß die Arbeit von ihm in der vorgeschriebenen Zeit von 80 Minuten erledigt werden können und der Akkord wird nicht erhöht. Ist die Leistungsfähigkeit des Mannes auf 120 % eingeschätzt, so müßte er in der Lage sein, den vorgegebenen Akkord in einer um 20 % kürzeren Zeit fertigzustellen. Ist die Leistungsfähigkeit des Mannes nur 70 %, so ist der vorgegebene Akkord dann richtig, wenn dieser minder leistungsfähige Mann $80 + \frac{30}{100} \cdot 80 = 104$ Minuten zu seiner Erledigung braucht. Selbstverständlich ist es bei einer derartigen Überprüfung der Akkorde eine unbedingte Notwendigkeit, daß ein fachkundiger Beobachter für intensive Arbeitsleistung innerhalb der Fähigkeit des beobachteten Mannes sorgt. Das sicherste Mittel zur Überprüfung ist es immer noch, sich von der Leistungsfähigkeit des die Arbeit ausführenden Mannes unabhängig zu machen und in Streitfällen die Arbeit von einem praktisch besonders geschulten Meister, Vorarbeiter oder Beamten ausführen zu lassen, dessen Leistungsfähigkeit bekannt ist und der kein persönliches Interesse daran hat, bei der Ausführung der Arbeit seine Leistungsfähigkeit künstlich herabzudrücken; natürlich muß die Leistungsfähigkeit eines solchen Mannes entsprechend hoch bewertet werden, damit man eine richtige Zeit für den Durchschnittsarbeiter erhält.

IV. Die Akkordbasis, bezogen auf den Durchschnittsarbeiter.

Im Anschluß an die Definierung des normaleistungsfähigen Durchschnittsarbeiters sei darauf hingewiesen, daß die Feststellung dieses Begriffes nicht nur für die Vorkalkulation grundlegende Bedeutung hat. Auch in den in den letzten Jahren in fast allen Gewerben zur Durchführung gelangten Tarifverträgen wird der für eine Stunde Akkordarbeit zu bezahlende Geldwert meist auf diesen normaleistungsfähigen Durchschnittsarbeiter bezogen. Man nennt diesen Geldwert die Akkordbasis oder Akkordgrundlage. Wenn die Akkordbasis also 0,48 M. beträgt, so heißt das, daß die Vorkalkulation die Herstellungszeiten für eine Arbeit so berechnen muß, daß ein Arbeiter von normaler Leistungsfähigkeit in der Stunde 0,48 M. verdienen soll. Die Arbeitsminute wäre also mit $\frac{0,48}{60} = 0,008$ M.

zu entgelten. Beträgt die für einen Arbeitsvorgang vorkalkulierte Zeit 80 Minuten, so ist das Entgelt auf Grund der für den normaleistungsfähigen Durchschnittsarbeiter gültigen Akkordbasis von 0,48 M. je Stunde $0,008 \cdot 80 = 0,64$ M. Wenn die von der Vorkalkulation rechnerisch ermittelte Herstellungszeit tatsächlich die durchschnittlich günstigste ist, wenn sie also genau ermittelt ist, kann der Durchschnittsarbeiter eben nur diese 0,48 M. je Stunde verdienen.

Es sei hier ausdrücklich festgestellt, daß diese durch die mathematischen Beziehungen sich ergebende Berechnung des Verdienstes — festgelegt durch den Text der Tarifverträge — in der Praxis meist durch eine andere Übung verdrängt wird, und zwar besonders dann, wenn die Akkordbasis, also der Durchschnittsstundenverdienst des Akkordarbeiters, in dem Tarifvertrag einen niedrigeren Betrag ausmacht, als der ebenfalls tariflich festgesetzte Lohn eines Arbeiters, der im Stundenlohn beschäftigt wird. Als Beispiel dafür galt lange Jahre hindurch der Tarifvertrag der Berliner Metallindustrie. Hier hat sich bis zum Jahre 1924 die Höhe der Akkordbasis immer unterhalb der Höhe des Stundenlohnes eines Lohnarbeiters bewegt. Bei genauer Akkordzeitermittlung müßte also — wie vorhin nachgewiesen — ein Akkordarbeiter durchschnittlicher Leistung niemals mehr verdienen als die Akkordbasis; wenn die Akkordbasis 0,48 M. beträgt, so könnte er durchschnittlich immer nur diesen Betrag je Stunde verdienen, also weniger als der Lohnarbeiter, der z. B. in diesem Fall nach dem Tarif 0,52 M. je Stunde erhielt.

Nun widerspricht es ja direkt dem Sinn der Akkordarbeit, den Akkordarbeiter weniger verdienen zu lassen, als den gleichwertigen Stundenlohnarbeiter. Man billigt deshalb in diesem Falle in der Praxis — entgegen dem Wortlaut des Tarifvertrages — einem eingearbeiteten Akkordarbeiter durchschnittlichen Leistungsgrades einen Mehrverdienst über den Geldbetrag der Akkordbasis zu. Dieser Mehrverdienst — bedingt durch die Ungerechtigkeit in der Bemessung des Geldbetrages der Akkordbasis gegenüber dem Stundenlohn — ist in bezug auf seine Höhe entweder tariflich festgesetzt oder wird durch die innerhalb eines bestimmten Tarifvertrages bestehende Gepflogenheit zu einem Gewohnheitsrecht. Um bei dem erwähnten Tarif zu bleiben: es war für die Berliner Verhältnisse damals üblich, einem eingearbeiteten Durchschnittsarbeiter einen Verdienst von 20—25% über die Akkordbasis zu gewähren. Mit diesem Überverdienst erreichte der Akkordarbeiter dann auch einen höheren Verdienst als der Stundenlohnarbeiter, und der Sinn der Akkordarbeit war durch dieses Zugeständnis gerettet.

Es sei ausdrücklich auf den Widerspruch hingewiesen, der zwischen der tariflich niedergelegten Vereinbarung, daß der Durchschnittsakkordarbeiter die Akkordbasis verdienen soll, und zwischen der für diesen Fall gewohnheitsmäßigen Übung, daß derselbe Durchschnittsarbeiter einen gewissen Prozentsatz über die Akkordbasis verdient, besteht. Die Frage ist nun, wie stellt sich die Vorkalkulation, die einen Akkord in Zeit bemessen soll, zu diesem Widerspruch? Sicher bringt er sie in erhebliche Gewissenskonflikte. Einerseits soll die Vorkalkulation nach dem Wortlaut des Tarifvertrages die genau errechnete Herstellungszeit multiplizieren mit dem Stundenbetrag für die Akkordbasis, und andererseits verlangt die Gewohnheit, daß diese Multiplikation einen Betrag ausmacht, der um einen gewissen Prozentsatz über der Akkordbasis liegt, ein Widerspruch, der sich mathematisch überhaupt nicht lösen läßt.

Man hat sich nun, um den Überverdienst über die Akkordbasis den Akkordarbeitern zu ermöglichen, so geholfen, daß man stillschweigend die Akkordzeit um so viel höher berechnete, als der Überverdienst betragen sollte: d. h. man rechnete „reichlich“. Dadurch war natürlich die dem Arbeiter vorgegebene Zeit eine andere, eine höhere, als diejenige, die für die durchschnittlich günstigste Herstellungszeit benötigt wurde. Dieses System des Vortäuschens und Verwischens kann eine sorgfältig aufgebaute Vorkalkulation natürlich nicht mitmachen. Der Vorkalkulator kann ehrlich nur eine Herstellungszeit berechnen, die durchschnittlich günstigste. Stellt die Akkordbasis den endgültigen Verdienst des normaleistungsfähigen Akkordarbeiters je Stunde dar, so ist die durch-

schnittlich günstigste Herstellungszeit \times Akkordbasis = Akkordverdienst. Soll ein gewisser Prozentsatz über die Akkordbasis dem normaleistungsfähigen Akkordarbeiter je Stunde zugebilligt werden, so muß dieser Überverdienst in irgendeiner Weise auch seinen mathematischen Ausdruck finden. Es ist dann (durchschnittlich günstigste Herstellungszeit + Zuschlag für Mehrverdienst) \times Akkordbasis = Akkordverdienst.

Die Konflikte, die dem Kalkulator durch die geschilderten Verhältnisse auferlegt werden, würden am ehesten beseitigt, wenn man von der Gewohnheit abweiche, in den Tarifverträgen die Akkordbasis niedriger zu setzen als den Stundenlohn, sondern sie vielmehr um soviel Prozent höher setze, als der bisher übliche Überverdienst ausmacht, d. h. also, sie gleich dem Durchschnittsverdienst der betreffenden Akkordarbeitergruppe wählt. Ob man dann die geldliche Bemessung der Arbeitsstunde als Durchschnittsverdienst der betreffenden Gruppe (oder des der Gruppe angehörigen Durchschnittsarbeiters) nun auch „Durchschnittsverdienst“ nennt, oder „Normallohn“ oder „Akkordbasis“ und damit den Begriff „Akkordbasis“ auf seinen ursprünglichen Sinn zurückführt, bleibt sich gleich. Es muß nur die geldliche Bemessung der Akkordarbeitsstunde so gestaltet sein, daß für die Vorkalkulation die Umrechnung der Zeit in Geld geschieht nach dem Gesetz:

$$\text{durchschnittlich günstigste Herstellungszeit} \times \text{Akkordbasis} = \text{Akkordverdienst.}$$

Wir haben also gesehen, daß die Festsetzung der Höhe der Akkordbasis eine außerordentlich wichtige Ergänzung zu der Akkordberechnung ist, denn eine nicht nach dem eben festgestellten Gesetz bemessene Akkordbasis verleitet die Vorkalkulation dazu, ihre Zeiten zu fälschen, um auf diese Weise dem Arbeiter einen Verdienst zukommen zu lassen, den er auf Grund des mathematischen Resultates von genau berechneter Zeit \times Akkordbasis nicht verdienen kann.

Die Aufgabe, das Entgelt für eine Akkordarbeit auszurechnen, zerfällt also in zwei völlig getrennte Gebiete, das eine ist die Zeitberechnung, die die Vorkalkulation erledigt, das zweite ist die Geldumrechnung, die die tarifliche Vereinbarung erledigt.

Die Vorkalkulation stellt also den Wert der Arbeit der Quantität nach fest, die Akkordbasis soll aber die Qualität des Arbeiters, der die Arbeit ausführt, berücksichtigen durch die Bemessung des Geldbetrages, der durch sie für die Akkordminute oder Akkordstunde festgesetzt ist. Infolgedessen ist zu verlangen, daß die Akkordbasis nicht nur die richtige Höhe hat, sondern auch entsprechend der Wertigkeit des Arbeiters, oder aber entsprechend der Schwierigkeit der auszuführenden Arbeit abzustufen ist. Im Interesse einer unverfälschten Vorkalkulation könnte man sehr wohl den Standpunkt vertreten, daß es zweckmäßiger wäre, die Höhe der Akkordbasis überhaupt nicht tariflich festzulegen, sondern sie in das Ermessen des Arbeitgebers zu stellen. Man hätte dann in bezug auf die Entlohnung folgende Parallele: Für den Stundenarbeiter die wöchentlich geleisteten Arbeitsstunden multipliziert mit dem durch Beurteilung der Leistung des Arbeiters festgesetzten Stundenlohn, für den Akkordarbeiter die wöchentlich erzielten Akkordarbeitsstunden multipliziert mit der durch Beurteilung der Schwierigkeit der Arbeit festgesetzten Akkordbasis. Jedenfalls ist es viel richtiger, es ist in einem Tarif überhaupt keine Akkordbasis vorgeschrieben als eine falsche, d. h. eine solche, mit der man die Qualität des Arbeiters nicht richtig abgelden kann, die also den Vorkalkulator zwingt, durch seine Zeitberechnung die geleistete Arbeit nicht nur ihrer Quantität, sondern auch noch ihrer Qualität nach zu bemessen.

Eigentlich sollte ein Buch, das sich Lehrbuch nennt, über diese Verschiedenheit in bezug auf die Auswirkung der Begriffe Durchschnittsarbeiter und Akkordbasis hinweggehen, bei dem mathematisch klaren Grundgesetz bleiben und auf ihm aufbauen. Das Buch ist aber doch vor allem für die Praxis geschrieben, und gerade die eben besprochenen widerspruchsvollen Beziehungen sind es, die bei allen das Gebiet der Vorkalkulation betreffenden Besprechungen immer wieder der Ausgangspunkt für lange Debatten sind, die immer wieder Unklarheiten bringen und unklar bleiben. Deshalb ist mit der gezeigten Ausführ-

lichkeit diesen für den Verlauf der folgenden Rechnungen wichtigen Zusammenhängen auf den Grund gegangen.

Zum Schluß dieses Abschnittes seien die in ihm gewonnenen Erkenntnisse zusammengefaßt:

1. Wir haben als Maß für die Vorkalkulationsrechnung die Zeitangabe gewählt.
2. Wir berechnen die durchschnittlich erreichbare günstigste Herstellungszeit für einen normalleistungsfähigen Durchschnittsarbeiter.
3. Wir berechnen den Geldbetrag, den der Durchschnittsarbeiter erhält, auf zweierlei Weise:
 - a) Bedeutet die Akkordbasis den endgültigen Verdienst des Durchschnittsarbeiters je Stunde, so ist

$$\text{durchschnittlich günstigste Herstellungszeit} \times \text{Akkordbasis} = \text{Akkordverdienst.}$$
 - b) Soll der Durchschnittsakkordarbeiter mehr als die Akkordbasis je Stunde verdienen, so ist

$$(\text{durchschnittlich günstigste Herstellungszeit} + \text{Zuschlag für Mehrverdienst}) \times \text{Akkordbasis} = \text{Akkordverdienst.}$$

Es sei an dieser Stelle bereits darauf hingewiesen, daß man für den Fall b) den Mehrverdienst richtiger in der Weise berücksichtigt, daß man die Akkordstunde um so viel Prozent im Geldbetrage höher setzt, als der Überverdienst betragen soll; dann begeht man zwar den Verstoß gegen den Tarif, daß man mit einer höheren als der tariflichen Akkordbasis rechnet, siehe C VI und S. 180. Und doch ist, wie bereits auf S. 10 gezeigt, dieser Weg der klarere; er veranlaßt den Vorkalkulator wenigstens nicht, seine berechnete Akkordzeit zu fälschen.

C. Die Elemente der Vorkalkulation.

Die Vorkalkulation soll also die durchschnittlich erreichbare günstigste Zeit in Akkordminuten oder Akkordstunden ausrechnen, die ein eingearbeiteter Arbeiter durchschnittlicher Leistungsfähigkeit für die Erledigung einer ihm gestellten Arbeitsaufgabe benötigt. Der so errechnete Wert wird dem Arbeiter in der Form eines Arbeitsvertrages auf dem Akkordschein übermittelt. Er heißt die vorgegebene Zeit oder Akkordzeit t_a und stellt die Gesamtzeit der zu erledigenden Fertigung dar. Nach den Begriffsfestlegungen des Refa¹⁾ wird die vorgegebene Gesamtzeit oder Akkordzeit t_a mit T_1 bezeichnet, wenn es sich um die Anfertigung eines Stückes, mit T_z , wenn es sich um die Anfertigung von z Stücken handelt. Diese Akkordzeit t_a also braucht ein Arbeiter durchschnittlicher Leistung, um in der Stunde einen Geldwert in der Höhe der Akkordbasis zu verdienen. Die Gesamtzeit der Fertigung richtet sich nach dem Umfang des Fertigungsvorganges und nach der Zahl der zu bearbeitenden Teile. Sie gliedert sich nun natürlich, dem Verlauf der Arbeit folgend, in verschiedene Einzelzeiten, die in dem Schema Bild 2 zusammengestellt sind. Alle diese Einzelzeiten findet man, wenn man den Verlauf einer Arbeit betrachtet und ihn in einzelne Abschnitte teilt. Die Erledigung einer jeden Arbeit besteht nämlich

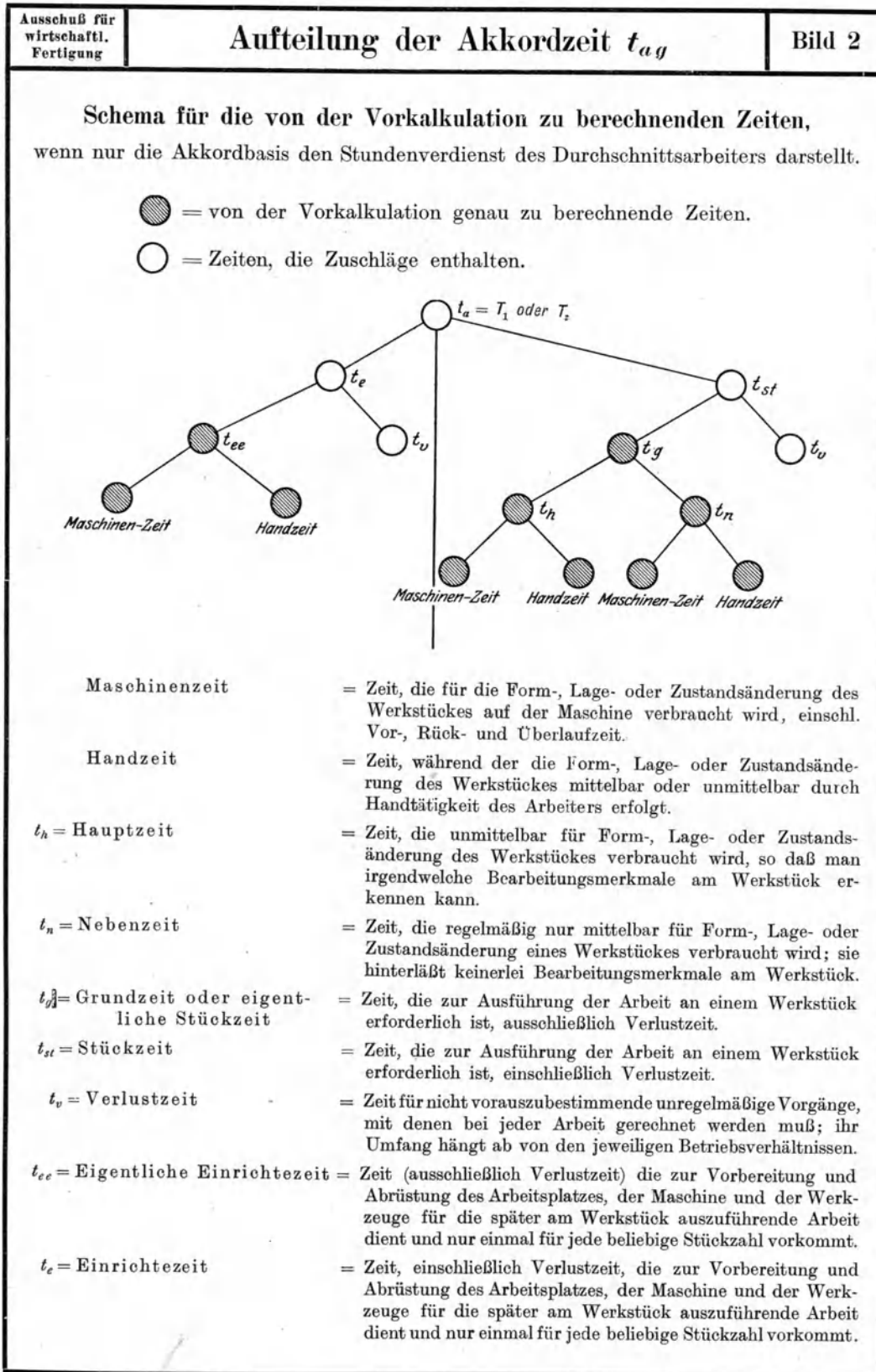
- aus der Vorbereitung für die Arbeit,
- aus der Ausführung der Arbeit selbst,
- aus dem Wiederabrüsten der für die Erledigung der Arbeit gebrauchten Einrichtungen und Werkzeuge.

I. Die Einrichtezeit.

Der Einfachheit halber faßt man die erste und dritte Zeit zusammen unter dem Begriff „Rüstzeit“ oder wie wir sie nennen wollen „Einrichtezeit“ t_e (Bild 2).

Diese von der Vorkalkulation für die Vorbereitung und Abrüstung der Arbeit genau berechnete Zeit enthält also keinerlei Zuschläge für Mehrverdienst (siehe S. 15) und stellt die durchschnittlich günstigste Herstellungszeit für den Vorgang des Einrichtens dar, die ein

¹⁾ Reichsausschuß f. Arbeitszeitermittlung, Berlin NW, Sommerstr. 4a.



Akkordarbeiter durchschnittlicher Leistungsfähigkeit braucht, um einen Geldwert in der Höhe der Akkordbasis in der Stunde zu verdienen. Diese Einrichtezeit ist also diejenige Zeit, die zur Vorbereitung des Arbeitsplatzes, der Maschine und der Werkzeuge für die später an einem oder mehreren gleichartigen Werkstücken auszuführende Arbeit dient, und die im allgemeinen nur einmal für eine bestimmte Stückzahl in Anrechnung kommt.

Es sei hier gleich auf die Gepflogenheit hingewiesen, die noch heute vielfach besteht, die Einrichtezeit auf die zu verfertigende Stückzahl zu verteilen. Vor der Beschreibung dieses Weges ist dringend zu warnen. Man bekommt dann jedesmal eine andere Herstellungszeit für ein Stück, wenn man eine andere Stückzahl herstellt, denn eine errechnete Einrichtezeit von 20 Minuten würde sich das eine Mal auf 10 Stück, und zwar mit dem Wert von 2 Minuten je Stück, verteilen, und bei einer Stückzahl von 20 mit einem Wert von einer Minute je Stück. Im ersten Falle würde der Stückpreis also um eine Minute höher erscheinen als im zweiten und dadurch tritt eine ungleiche Bewertung der Arbeitsvorgänge ein, deren Ursachen man ohne Kenntnis der Entwicklung nicht feststellen kann. Noch ungünstiger wird das Verhältnis, wenn anstatt 10 oder 20 Stück nur 1 Stück angefertigt wird. Hier kann es vorkommen, daß die Einrichtezeit größer ist als die Herstellungszeit für ein Stück selbst, und wenn man die Einrichtezeit zu dieser Zeit schlägt, so wird die Zeit für das eine Stück ganz erheblich höher werden als für 10 oder 20 Stück. Es gilt deshalb als Grundsatz:

Das Einrichten wird, ganz gleich wie hoch die Stückzahl ist, nur einmal ausgeführt und ist deshalb auch getrennt von der Herstellungszeit des Stückes zu berechnen.

In der Massenfabrikation kommt es natürlich vor, daß das Einrichten häufiger ausgeführt und deshalb auch häufiger bewertet werden muß. Durch eine große Stückzahl wird natürlich eine Abnutzung der Werkzeuge herbeigeführt, die Werkzeuge müssen während der Erledigung des Arbeitsauftrages häufiger ausgespannt und geschliffen und natürlich auch wieder neu eingespannt und eingestellt werden. Dieses wiederholte Einrichten ist nicht gleich zu bewerten mit dem ersten Einrichten. Es handelt sich hier nur um das Schleifen und Wieder-auf-Maß-bringen der Werkzeuge, eine Tätigkeit, die man im Gegensatz zu dem Einrichten, d. h. Vorbereiten des kompletten Arbeitsvorganges, am besten mit „Einstellen“ bezeichnet. Dieses Einstellen ist außer dem vorhin erwähnten Einrichten besonders zu bewerten.

II. Die Stückzeit.

Diejenige Zeit, die zur Ausführung der Arbeit an dem Werkstück erforderlich ist, um den vorgeschriebenen Arbeitsauftrag zu erledigen, heißt die Stückzeit. Wir kürzen sie t_{st} lt. Bild 2 ab.

III. Die Verlustzeit.

Die Arbeit des Einrichtens für einen Arbeitsgang und seine Ausführung selbst geht nun nicht ohne jede Störung vor sich. Während der Tätigkeit des Arbeiters treten, die Arbeit verzögernd, allerlei kleine Hindernisse ein, die mit der Ausführung des Einrichtens oder der Arbeit selbst in keinerlei Zusammenhang stehen. Diese Zeiten sind mit dem Ausdruck „Verlustzeit“ = t_v zu benennen.

Unter der Verlustzeit versteht man die Zeit für solche nicht im voraus zu bestimmenden unregelmäßigen Vorgänge, mit denen bei jeder Arbeit gerechnet werden muß und deren Umfang von den jeweiligen Betriebsverhältnissen abhängt. Die Verlustzeit kann selbstverständlich sowohl während des Einrichtens als auch während des Ausführens der Arbeit selbst eintreten, und daher gliedert sich die Einrichtezeit t_e in die eigentliche Einrichtezeit t_{ee} und in die dazugehörige Verlustzeit t_{ve} , und ebenso gliedert sich die Stückzeit t_{st} in die Grundzeit t_g und in die dazugehörige Verlustzeit t_{vg} . Die Verlustzeit wird meist prozentual zu der Einrichtezeit und zu der Stückzeit hinzugeschlagen. Wie dieser Prozentsatz ermittelt wird, ist in dem Beispiel auf Tafel 104 und 105 gezeigt. Häufig

jedoch ist die Höhe dieser Verlustzeit tariflich vereinbart, wie es z. B. in dem schon genannten Tarif der Berliner Metallindustrie der Fall war. Eine derartige Vereinbarung widerspricht jeder geordneten wissenschaftlichen Berechnung der Verlustzeit; wenn sie aber nun einmal tariflich getroffen ist, bleibt dem Kalkulator natürlich nichts weiter übrig, als sie entgegen seinem besseren Wissen in der tariflich abgemachten Höhe einzusetzen.

Es ist nun die Frage, welche Tätigkeiten des Arbeiters unter diese Verlustzeit fallen. Man teilt Verlustzeiten ein in

sachliche Verlustzeiten und
persönliche Verlustzeiten.

Sachliche Verlustzeiten sind:

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> a) Holen von Schmier- und Putzmaterial von der Ausgabe. b) Abschmieren der Maschine. c) Säubern der Maschine von Spänen. d) Reinigen der Maschine am Wochenschluß. e) Riemenreparaturen. f) Kleine Maschinenreparaturen. g) Kleine Betriebsstörungen. h) Holen von Kühlmitteln. | <ul style="list-style-type: none"> i) Werkzeuge herauslegen bei Arbeitsbeginn. k) Werkzeug verschließen bei Schluß der Arbeitszeit. l) Verbrauchte Werkzeuge umtauschen. m) Werkzeuge schleifen. n) Warten am Schleifstein. o) Warten auf den Kran. p) Heranholen von Hilfsarbeitern. q) Materialempfang bescheinigen. |
|--|--|

Persönliche Verlustzeiten sind:

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> a) Gespräche mit Vorgesetzten. b) Löhnung fertigmachen. c) Löhnung in Empfang nehmen. d) Unterbrechung durch Verständigung mit anderen Arbeitern. | <ul style="list-style-type: none"> e) Bedürfnis-Angelegenheiten. f) Holen und Wärmen von Getränken und Speisen. |
|--|---|

Alles dies sind Verlustzeiten, die in dem Verlustzeitzuschlag erfaßt sein müssen und dem Arbeiter abgegolten werden. Höchstens wäre zu erwähnen, das das unter m angeführte Schleifen von Stählen auch in Abhängigkeit gebracht werden kann von der Dauer der Schneidarbeit der Werkzeuge (siehe Seite 185). Es muß dann natürlich bei der Aufstellung der prozentualen Verlustzuschläge dieses Schleifen nicht in die Verlustaufstellung genommen werden; der Prozentsatz der Verluste ermäßigt sich dann entsprechend.

Außer diesen Verlusten, die dem Arbeiter bezahlt werden müssen, weil sie unvermeidlich sind, gibt es eine Anzahl von Verlustzeiten, die im Verschulden des Arbeiters liegen, z. B.:

- a) Zuspätkommen.
- b) Zu frühes Beenden der Arbeit.
- c) Eigenwilliges Verlängern bestehender Pausen.
- d) Persönliche Unterhaltung mit Arbeitern.
- e) Durch grobe Fahrlässigkeit verursachte Pausen bei der Herstellung der Arbeit.

Selbstverständlich finden diese Verlustzeiten keinerlei Abgeltung.

IV. Haupt- und Nebenzeit.

Das Schema Bild 2 zeigt weiter, daß sich nun die eigentliche Stückzeit wieder spaltet in die Hauptzeit und die Nebenzeit.

Die Hauptzeit t_h ist diejenige Zeit, die unmittelbar für Form-, Lage- oder Zustandsänderung des Werkstückes gebraucht wird, und zwar so, daß man irgendwelche Bearbeitungsmerkmale am Werkstück erkennen kann.

Die Nebenzeit t_n ist diejenige Zeit, die regelmäßig, nur mittelbar, für Form, Lage oder Zustandsänderung eines Werkstückes gebraucht wird und als Kennzeichen hat, daß während ihrer Dauer keinerlei Merkmale am Werkstück entstehen.

Die Hauptzeit ist also die Zeit, während der die eigentliche Arbeit zur Erzielung des Arbeitsproduktes erledigt wird, die Nebenzeit die Zeit, während der die dazu nötigen Hilfsgriffe erledigt werden.

Wenn die Arbeit aus dem Drehen des Durchmessers einer Welle besteht, so würde also die Hauptzeit diejenige Zeit sein, während der der Drehstuhl den Durchmesser abdrehet, also dabei die Form des Werkstückes verändert, und die Nebenzeit würde beispielsweise in dem Einrücken der Maschine, in dem Anstellen des Stahles auf Maß, in dem Messen und in dem Ausrücken der Maschine bestehen, alles Vorgänge, die keinen Einfluß auf das Aussehen oder die Lage des Werkstückes haben. Oder wenn der Akkord in der Erledigung eines Transportes per Kran besteht, so würde das Umbinden des Seiles um das Stück, das Anhängen des Seiles an den Kran die Nebenzeit, das Hochziehen des Stückes mit dem Kran, das Abladen auf den Wagen und das Weiterbefördern die Hauptzeit darstellen.

V. Maschinenzeit und Handzeit.

Der weitere Verfolg der Aufteilung nach Bild 2 zeigt nun, wie sowohl die eigentliche Einrichtezeit t_{ee} , die Hauptzeit t_h und die Nebenzeit t_n sich wieder teilen in Maschinenzeit und Handzeit, d. h. also, alle die Tätigkeiten, die während der Einrichtezeit, der Hauptzeit und der Nebenzeit vom Arbeiter ausgeführt werden, können entweder durch die Maschine oder durch die Hand des Arbeiters erledigt werden. Man versteht unter Maschinenzeit diejenige Zeit, während der die Maschine die Arbeit verrichtet und unter Handzeit diejenige, während der der Arbeiter die Arbeit verrichtet.

Es wird zunächst verwundern, daß auch das eigentliche Einrichten, das bei oberflächlicher Betrachtung ja nur aus manueller Tätigkeit besteht, ebenfalls maschinelle Tätigkeiten enthalten kann. Ein Beispiel aus der Praxis möge dafür Zeugnis ablegen. Wenn z. B. der Dreher einen Konus dreht, so wird er zunächst eine Anzahl von Probeschnitten notwendig haben, während derer er den Reitstock mehrere Male verstellen muß, bis er die richtige Konizität gefunden hat und erst dann einen oder mehrere Späne zur Erzielung des gewünschten Maßes abdrehen kann. Diese Probeschnitte, wie wir sie nennen wollen, sind Maschinenzeiten, die während des Einrichtens vorkommen, und wir werden später bei der Entwicklung der Unterlagen sehen, wie solche Schnittversuche für das Einrichten bewertet werden.

Ebenso wird es zunächst nicht einleuchten, daß die Nebenzeit t_n auch in Maschinenzeit bestehen kann. Als Beispiel dafür sei der Rücklauf des Supportes einer Drehbank beim Gewindeschneiden genannt; während seiner Dauer entstehen keinerlei Bearbeitungsmerkmale am Werkstück; das Kennzeichen der Nebenzeit trifft also für diese Maschinenzeit zu.

Mit dieser Definition ist die Erklärung für die Aufteilung nach dem in Bild 2 gegebenen Schema beendet. Die Aufteilung und die Begriffe sind den Arbeiten des Ausschusses für Handzeiten entnommen. Auch die Abkürzungen sind im Gegensatz zur 1. Auflage in dieser 2. Auflage denen angepaßt, die dieser Ausschuß gewählt hat. Um aber eine leichte Vergleichsmöglichkeit zu haben zwischen den Abkürzungen der 1. und 2. Auflage, ist die Tafel auf S. XI geschaffen.

Die in dem Schema zur Darstellung gelangten Zeiten sind — wie wir nochmals feststellen wollen — die durchschnittlich günstigsten, die genau berechneten, mit denen der Durchschnittsarbeiter in der Stunde die Akkordbasis verdient. Ein Mehrverdienst über die Akkordbasis für einen solchen Arbeiter ist mit ihnen unmöglich.

VI. Zuschlag für Überverdienst über die Akkordbasis.

a) Der Zuschlag ist nicht zu berücksichtigen.

Wenn wir das Schema 2 verfolgen, so sehen wir, daß in ihm in der Form eines prozentualen Zuschlages neben den genau errechneten Zeiten nur die Verlustzeit erscheint, die Verrechnung eines Mehrverdienstes über die Akkordbasis, der in Absatz B IV ausführlich besprochen wurde, aber nicht berücksichtigt ist. Das Schema 2 würde also das

anzustrebende, das ideale sein. Die für die Einrichtezeit t_e und die Stückzeit t_{st} ermittelten Zeiten, multipliziert mit der Akkordbasis, stellen die endgültige Abgeltung für die zu leistende Arbeit dar. Dieses Schema würde also Gültigkeit haben, wenn die Akkordbasis so bemessen ist, daß sie auch in der Praxis nachher den endgültigen Verdienst des Arbeiters durchschnittlicher Leistung je Stunde darstellt.

b) Der Zuschlag für Überverdienst wird am Schluß der Rechnung berücksichtigt.

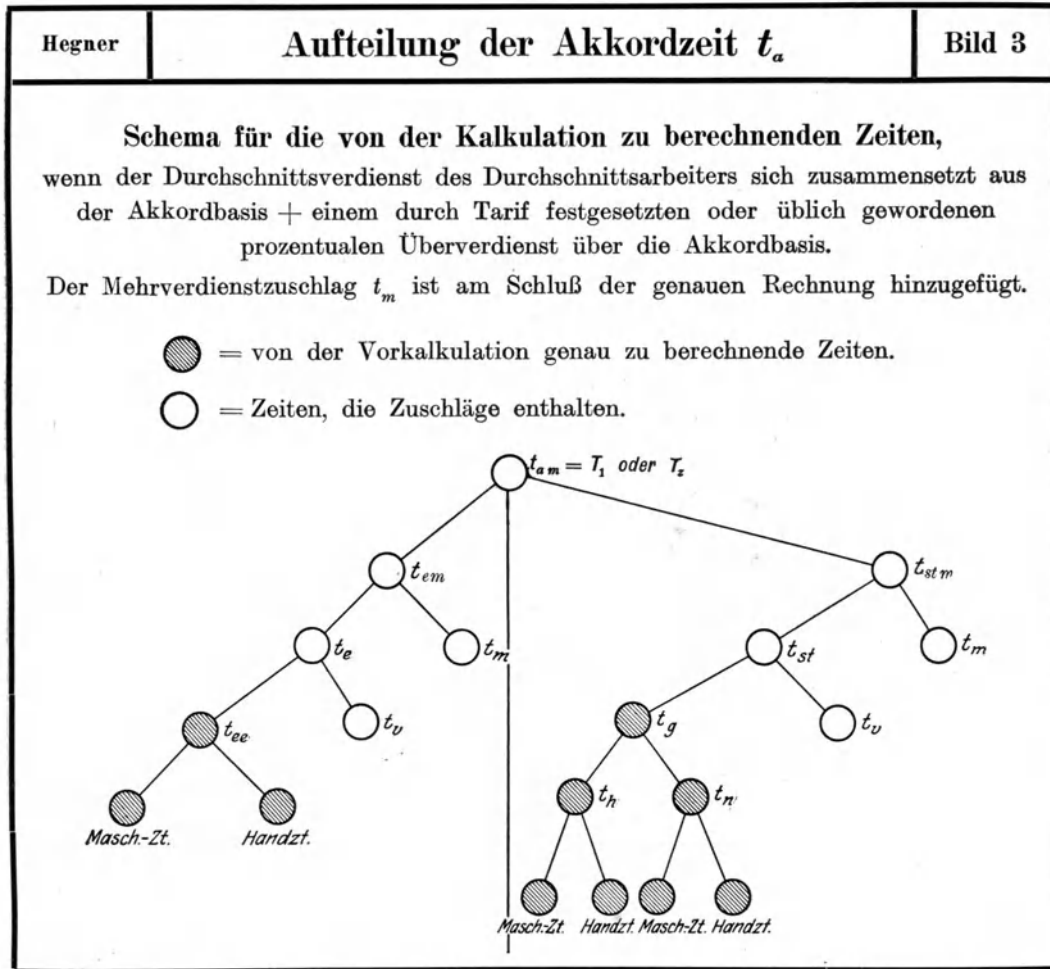
Es ist in dem angezogenen Absatz BIV mit Nachdruck darauf hingewiesen worden, daß in sehr vielen Tarifverträgen die Akkordbasis meist geringer bewertet wird als die Stundenlöhne gleichwertiger Arbeiter. Es ist nun für diese Fälle entweder tariflich vereinbart, oder es hat sich das Gewohnheitsrecht herausgebildet, die Akkordzeiten so zu bemessen, daß für den Arbeiter das Erreichen eines gewissen Mehrverdienstes über die Akkordbasis als üblich angesehen wird, schon um einen Anreiz für die Akkordarbeit gegenüber der Stundenarbeit zu schaffen. Dieser übliche Mehrverdienst muß natürlich in der von dem Vorkalkulator zu erledigenden mathematischen Aufrechnung in irgendeiner Form erscheinen, wenn wir an dem Grundsatz festhalten, daß die Vorkalkulation ehrlich die durchschnittlich günstigsten Herstellungszeiten errechnen soll.

Es sei auch an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, daß die Einrechnung eines Überverdienstes über die Akkordbasis in die Zeitberechnung ein Verfahren ist, das im Interesse einer genauen Vorkalkulation auf jeden Fall zu verwerfen ist. Es ist bereits in dem angezogenen Absatz mit allem Nachdruck auf die Folgen hingewiesen worden, die die falsche Bemessung einer Akkordbasis auf die Zeitberechnung hat. Es ist gesagt worden, daß die Berechnung des Überverdienstes eigentlich mit der Berechnung der Vorkalkulation nichts zu tun hat. Da aber bisher fast alle Kalkulationen einen solchen Überverdienst in ihre Rechnung einbezogen — allerdings meist unerkant in bezug auf seine Höhe, — soll auf seine Bemessung besonders eindringlich eingegangen werden, d. h. es soll durch die Ausführlichkeit, mit der seine Berücksichtigung hier besprochen wird, darauf hingewirkt werden, daß dieser Zuschlag nicht mehr als ein versteckter, ungekannter Zuschlag die Rechnung der Kalkulation fälscht, sondern daß, wenn er schon einmal gegeben werden muß, seine Höhe in der Form einer Zahl aus jeder Kalkulationsrechnung heraus eliminiert werden kann. Ein Zuschlag, den man bewußt und in gekannter Höhe einsetzt, ist insofern ungefährlich, als er wenigstens eine genau durchgeführte Rechnung nicht verschleiert.

Wir wollen diesen Mehrverdienst über die Akkordbasis in der Form eines prozentualen Zuschlages zu den genau errechneten Zeiten berücksichtigen und ihn „Zuschlagszeit für Mehrverdienst“ t_m nennen. Diese Abkürzung ist gewählt, um mit den übrigen später noch zu verwendenden Abkürzungen und Begriffserklärungen nicht zu kollidieren.

Häufig wird dieser Zuschlag auch als Leistungszuschlag bezeichnet. Wenn man einen Verdienst gleich der Akkordbasis als den Verdienst eines gewöhnlichen Arbeiters — nicht unseres eingearbeiteten, normal leistungsfähigen — bezeichnet, dann muß man den eingearbeiteten Arbeiter, den mit seiner Arbeit vertrauten Arbeiter höher bewerten, weil seine Leistung, gemessen an der des gewöhnlichen Arbeiters, höher ist. Durch diese Definition läßt sich der Widerspruch der Tarife mit der Gepflogenheit ihrer Auswirkung allenfalls überbrücken, d. h. also, man müßte sich dann auf den Standpunkt stellen, daß der gewöhnliche Durchschnittsarbeiter ein Mann mit der Leistungsfähigkeit von 100% , der eingearbeitete Durchschnittsarbeiter, der längere Zeit in seinem Beruf tätig ist, aber ein solcher von angenommen 120% ist, und daß die Vorkalkulation die letzte Gruppe von Arbeitern als Grundlage zu ihrer Berechnung benutzt.

Es gibt nun zwei Möglichkeiten, diesen Mehrverdienst in der Kalkulationsberechnung zu berücksichtigen. Das Schema in Bild 3 zeigt den einen Weg, nach dem die Zeiten wie bei Schema 2 genau errechnet werden und der Zuschlag t_m zuletzt hinzugefügt wird.



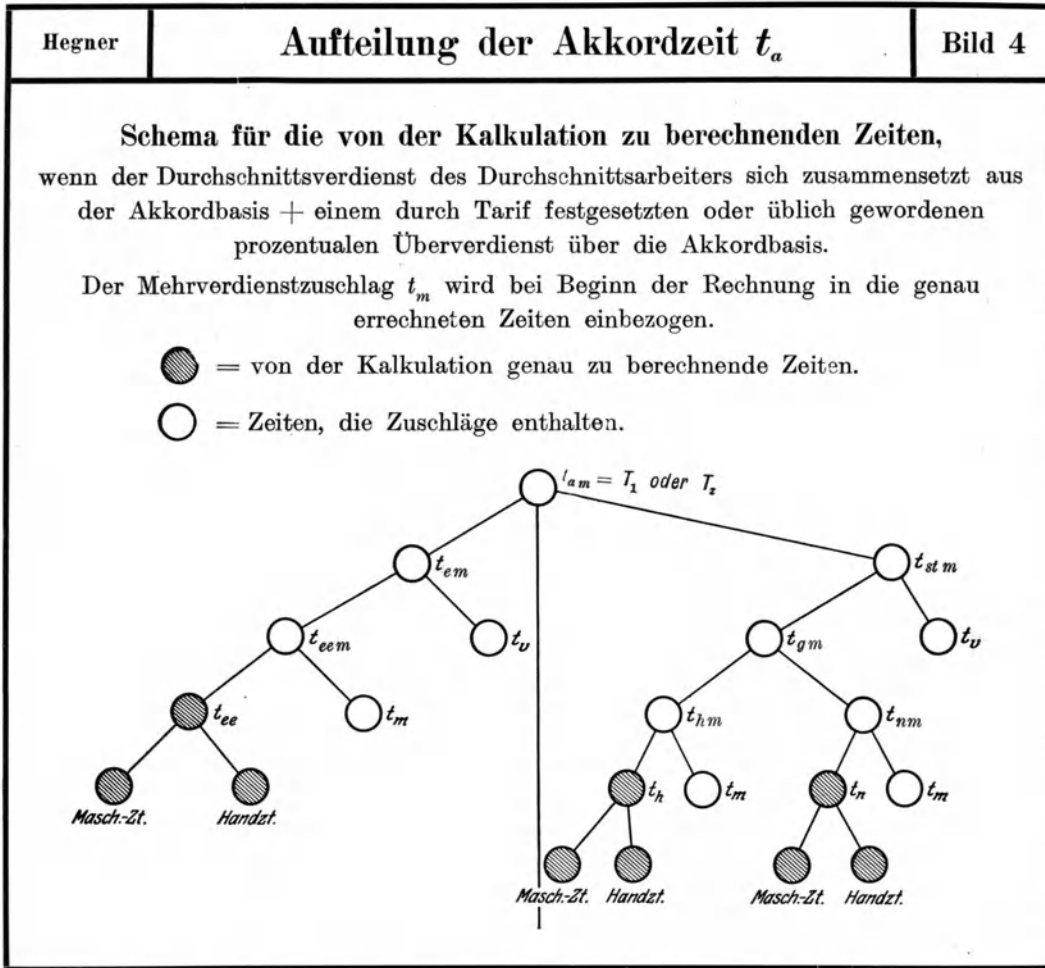
Nach diesem Schema gestaltet sich der Aufbau wie in Bild 1 bis zur Errechnung der Zeiten t_e und t_{st} . Diese Zeiten werden dann erhöht um den Zuschlag für Mehrverdienst t_m und die dadurch entstandenen Zeiten t_{em} und t_{stm} sind dann die dem Durchschnittsarbeiter vorgegebenen Akkordzeiten, mit denen er in der Lage ist, in der Stunde einen um t_m höheren Verdienst als die Akkordbasis zu verdienen.

Dieses Schema gibt natürlich auch die Möglichkeit, dem Arbeiter nur die genau errechnete Einrichtezeit t_e und die Stückzeit t_{st} auf dem Akkordschein vorzugeben und den Mehrverdienst t_m durch eine Erhöhung der Akkordbasis auszugleichen. Dieser Weg ist immer wieder eindringlichst zu empfehlen und stets dann zu benutzen, wenn es tariflich statthaft ist, mit einer um t_m % erhöhten Akkordbasis zu rechnen.

c) Der Zuschlag für Überverdienst wird in Haupt- und Nebenzeit einkalkuliert.

In Bild 4 endlich ist dasjenige Schema für die Aufteilung einer Fertigungszeit gegeben, das den Mehrverdienst t_m über die Akkordbasis nicht zum Schluß, sondern bei Beginn der Rechnung berücksichtigt, eine Art, die leider bisher sehr gebräuchlich war, und zwar deshalb, weil man durch sie mit scheinbar richtigen Zeiten t_{eem} und t_{gm} ohne Änderung des Geldbetrages einer tariflich festgelegten Akkordbasis dem Durchschnittsarbeiter einen Mehrverdienst über diese Akkordbasis ermöglichte.

Bei Überprüfung von solchen Akkordzeiten, die nach diesem Schema errechnet waren, mußte bei einem Durchschnittsarbeiter die mit der Stoppuhr gemessene Zeit um t_m %

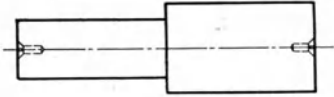


niedriger liegen, als die für t_{gm} errechnete. Schon der Vergleich der bildlichen Darstellung Nr. 2, 3 und 4 zeigt, daß die letzte Methode die meisten Zuschläge enthält, die genaue Zeit also am meisten verwischt. Wenn sie trotzdem gezeigt wird, so geschieht es, um ihre Unzulänglichkeit gegenüber der idealen Methode lt. Bild 2 besonders gravierend nachzuweisen. Nach Bild 4 werden also zunächst die Zeiten t_{ee} , t_h , t_n wie bisher genau ermittelt. Dann wird aber sofort der Zuschlag t_m hinzugefügt und es entstehen die t_m enthaltenden Zeiten t_{ee_m} , t_{hm} und t_{nm} . t_{hm} und t_{nm} fügen sich zusammen zu t_{gm} und nun erst wird sowohl zu t_{ee_m} wie zu t_{gm} der Verlustzeitzuschlag t_v gegeben. Die so entstehenden Zeiten t_{em} und t_{stm} stellen wieder Akkordzeiten dar, mit denen der Durchschnittsarbeiter in der Lage ist, einen um t_m höheren Verdienst als die Akkordbasis zu erzielen.

Um zahlenmäßig die Auswirkung der 3 Methoden zu zeigen, ist in Bild 5 für den skizzierten Bolzen eine Zeitaufrechnung mit den verschiedenen Zuschlägen gegeben. Die Werte für t_{ee} , t_h und t_n und die prozentuale Höhe von t_v und t_m stehen am Kopf der Tafel; die Ausrechnung ergibt

nach Schema 2 für t_e	11,5	Minuten,
" " 3 " t_{em}	13,8	"
" " 4 " t_{em}	13,8	"
nach Schema 2 für t_{st}	9,2	Minuten,
" " 3 " t_{stm}	11,04	"
" " 4 " t_{stm}	11,04	"

Beträgt die Akkordbasis 0,48 M., so ist für 1 Minute $\frac{0,48}{60} = 0,008$ M. zu zahlen.

Hegner	Vergleich der Zeitaufteilung nach Bild 2 bis 3 und 4 an der Hand eines Beispiels	Bild 5
		
Genau errechnete Einrichtezeit t_{ee} = 10 Minuten " " Hauptzeit t_h als Maschinenzeit = 5 " " " Nebenzeit t_n als Handzeit = 3 " Verlustzeit t_v = 15% Tariflich vereinbarter oder üblicher Mehrverdienst über die Akkordbasis t_m = 20%		
Aufrechnung der Akkordzeit nach Schema		
Bild 2	Bild 3	Bild 4
$t_{ee} = 10,0 \text{ Min.}$ $t_v = \frac{15}{100} \cdot 10 = 1,5 \text{ "}$ $t_e = 11,5 \text{ Min.}$	$t_{ee} = 10,0 \text{ Min.}$ $t_v = \frac{15}{100} \cdot 10 = 1,5 \text{ "}$ $t_e = 11,5 \text{ Min.}$ $t_m = \frac{20}{100} \cdot 11,5 = 2,3 \text{ "}$ $t_{em} = 13,8 \text{ Min.}$	$t_{ee} = 10,0 \text{ Min.}$ $t_m = \frac{20}{100} \cdot 10 = 2,0 \text{ "}$ $t_{eem} = 12,0 \text{ "}$ $t_v = \frac{15}{100} \cdot 12 = 1,8 \text{ "}$ $t_{em} = 13,8 \text{ "}$
$t_h = 5 \text{ Min.}$ $t_n = 3 \text{ "}$ $t_g = 8 \text{ Min.}$ $t_v = \frac{15}{100} \cdot 8 = 1,2 \text{ "}$ $t_{st} = 9,2 \text{ Min.}$	$t_h = 5 \text{ Min.}$ $t_n = 3 \text{ "}$ $t_g = 8 \text{ Min.}$ $t_v = \frac{15}{100} \cdot 8 = 1,2 \text{ "}$ $t_{st} = 9,2 \text{ Min.}$ $t_m = \frac{20}{100} \cdot 9,2 = 1,84 \text{ "}$ $t_{stm} = 11,04 \text{ Mi.}$	$t_h = 5 \text{ Min.}$ $t_m = \frac{20}{100} \cdot 5 = 1 \text{ "}$ $t_{hm} = 6,0 \text{ Min.}$ $t_n = 3 \text{ "}$ $t_m = \frac{20}{100} \cdot 3 = 0,6 \text{ "}$ $t_{nm} = 3,6 \text{ Min.}$ $t_{gm} = t_{hm} + t_{nm} = 9,6 \text{ "}$ $t_v = \frac{15}{100} \cdot 9,6 = 1,44 \text{ "}$ $t_{stm} = 11,04 \text{ Mi.}$

Der Durchschnittsarbeiter erhält also für ein Stück (ohne das Einrichten) beispielsweise

$$\left. \begin{aligned}
 \text{nach Schema 2} &= 9,2 \cdot 0,008 = 0,074 \text{ M.} \\
 \text{" " 3} &= 11,04 \cdot 0,008 = 0,088 \text{ " } \\
 \text{" " 4} &= 11,04 \cdot 0,008 = 0,088 \text{ " }
 \end{aligned} \right\} \text{für ein Stück.}$$

Da er in der Stunde tatsächlich aber $\frac{60}{9,2} = 6,5$ Stück anfertigen kann, verdient er in der Stunde

$$\begin{aligned}
 \text{nach Schema 2} &= 0,074 \cdot 6,5 = 0,48 \text{ M.} \\
 \text{" " 3} &= 0,088 \cdot 6,5 = 0,57 \text{ " } \\
 \text{" " 4} &= 0,088 \cdot 6,5 = 0,57 \text{ " }
 \end{aligned}$$

Es zeigt sich also, daß er nach Schema 2 gerade die Akkordbasis von 0,78 M., nach Methode 3 und 4 aber infolge des Einberechnens des Zuschlages t_m mit 20% $0,48 + 20\% = 0,57$ M verdient.

Die Entscheidung für die Benutzung der einen oder anderen der geschilderten Methoden ist nach folgenden Gesichtspunkten zu treffen:

Nach Methode laut Schema 2 ist zu verfahren, wenn der Geldbetrag der Akkordbasis über dem Stundenverdienst des gleichwertigen Lohnarbeiters steht, so daß sie den endgültigen Verdienst des eingearbeiteten Akkordarbeiters darstellt. Das ist der ideale, der anzustrebende Aufbau einer Kalkulationsrechnung, der stets dann ohne weiteres anzuwenden ist, wenn die Akkordbasis gleich dem Durchschnittsstundenverdienst der betreffenden Arbeiterklasse gewählt ist.

Nach Methode laut Schema 3 ist dann zu verfahren, wenn der Geldbetrag der Akkordbasis unter dem Stundenverdienst des gleichwertigen Lohnarbeiters steht und daher ein Überverdienst über die Akkordbasis entweder tariflich vereinbart oder üblich ist, wenn aber weiter eine Erhöhung der Akkordbasis um den Überverdienst nicht statthaft ist. Der Überverdienst wird dann durch Erhöhung der genau berechneten Zeit um den Zuschlag t_m erreicht; man gibt also dem Arbeiter mehr Zeit vor als er braucht, hat dann aber alles durch Zeitangaben ausgedrückt, was der Arbeiter als Gegenwert für die Erledigung seiner Arbeit erhält. Den gleichen Zweck erreicht Methode 4. Der Unterschied zwischen Methode 3 und 4 liegt darin: dieser Mehrverdienst t_m wird bei Methode 3 am Schluß der aus Bearbeitungs- und Verlustzeit berechneten genauen Herstellungszeit hinzugefügt, bei Methode 4 dagegen wird er von vornherein in die Bearbeitungszeit eingerechnet. Wenn aus den erwähnten Gründen unbedingt der Mehrverdienst in Zeit zur Anrechnung gebracht werden muß, so ist Methode 3 anzuwenden, Methode 4 zu verwerfen.

Bei allen drei Methoden bleibt für den Vorkalkulator die gleiche Hauptaufgabe bestehen, nämlich das Errechnen der Zeiten t_{eg} , t_{hg} und t_{ng} , also der Zeiten, die der durchschnittlich günstigen Herstellungszeit des zu kalkulierenden Fertigungsvorganges entsprechen.

D. Begriffe für den Umfang einer Arbeit.

I. Fertigungsauftrag.

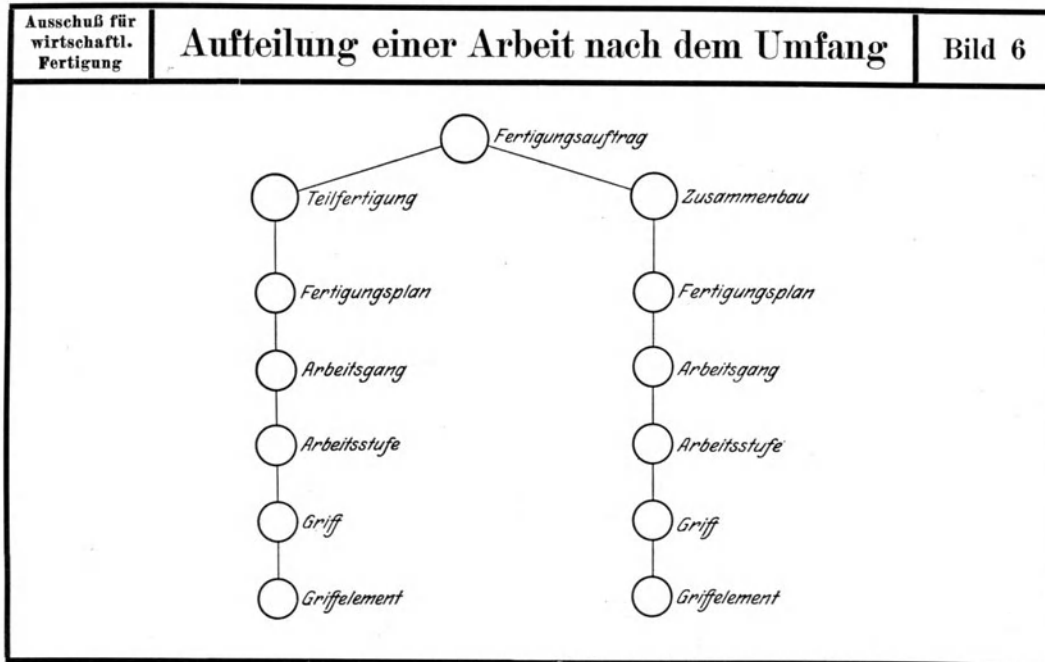
Wenn wir in den Bildern 2 bis 4 bisher die verschiedenen Zeiten kennen lernten, die für die Erledigung einer Arbeit in Frage kommen, so ist es nun noch nötig, diejenigen Begriffe einzuführen, mit denen man die einzelnen Arbeiten selbst bezeichnet, d. h. die Arbeit muß nach ihrem Umfange aufgeteilt werden. Bild 6 gibt ein derartiges Schema. Man nennt die Aufgabe, die der Arbeiter zur Erledigung erhält und für die der Vorkalkulator seine Zeit errechnen soll, den Fertigungsauftrag. Darunter versteht man den Gesamtumfang der Fertigung für ein Werkstück, oder für eine Anzahl Werkstücke, oder für eine Zusammenbauarbeit. Der Fertigungsauftrag kann sich also erstrecken auf die Anfertigung von Teilen oder auf den Zusammenbau von Teilen. Ein solcher Fertigungsauftrag wird in seinem Umfang durch den Text auf dem Akkordschein gekennzeichnet; er würde also für die Teilfertigung z. B. lauten:

1 „Welle schrappen und zum Schleifen drehen“,

oder für den Zusammenbau: 1 „Spindelstock komplett montieren“.

II. Fertigungsplan.

Für die Erledigung beider Arbeitsgruppen ist zunächst von der Vorkalkulation oder von einem besonderen Arbeitsbüro ein Fertigungsplan aufzustellen, um zu wissen, welche Fertigungsvorgänge für den Fertigungsauftrag in Betracht kommen. Der Fertigungsplan enthält also die Angabe und Reihenfolge aller Arbeitsgänge für eine Fertigungseinheit, und zwar entweder für ein einzelnes Stück oder für den Zusammenbau mehrerer Stücke.



III. Arbeitsgang.

Unter Arbeitsgang versteht man die Zusammenfassung mehrerer Arbeitsstufen die zu einer einem Arbeiter oder einer organisch zusammenhängenden Gruppe (Kolonne) von Arbeitern übertragenen begrenzten Fertigungsaufgabe an einem Werkstück auf einem Arbeitsplatz erforderlich sind.

IV. Arbeitsstufe.

Die Arbeitsstufen, aus denen der Arbeitsgang sich zusammensetzt, sind Teile einer Arbeit, die wieder aus einer Anzahl von Griffen bestehen. Die Arbeitsstufe ist ihrem Umfang nach dadurch gekennzeichnet, daß die während ihrer Dauer ausgeführten Teile des Arbeitsauftrages ohne Ausspannung des Werkstückes auf einer Maschine oder an einem Arbeitsplatz erfolgen.

V. Griff.

Die Griffe, aus denen sich die Arbeitsstufe zusammensetzt, sind in sich abgeschlossene Betätigungen des Arbeiters, die er am Werkstück, am Werkzeug und an der Maschine ausführt, zu dem Zweck, die Bearbeitung selbst oder die Vorbereitung der Arbeit durchzuführen. Die Griffe setzen sich wieder aus Griffelementen zusammen.

VI. Griffelement.

Das Griffelement endlich ist der kleinste meßbare Teil einer Arbeitsverrichtung, die höchstens aus einer in sich abgeschlossenen Bewegung besteht.

Die Definition dieser Begriffe — übrigens ebenfalls von dem Ausschuß für Handzeiten stammend — ist durch Worte außerordentlich schwer zu begrenzen, und doch ist die Begriffserklärung überaus notwendig, weil im Verlaufe einer Vorkalkulation für den Umfang der zu kalkulierenden Arbeit genau umgrenzte Benennungen geschaffen werden müssen. Andernfalls werden mit ähnlich klingenden Namen verschieden umfangreiche Arbeitsvorgänge bezeichnet und so Ursachen zu grundlegenden Irrtümern gegeben.

Besser als die in Worten niedergelegte Definition der gegebenen Begriffe dürfte der Unterschied der Bezeichnungen an einem Beispiel klar gemacht werden. Die Auf-

Hegner	Unterteilung eines Fertigungsauftrages				Bild 7				
Fertigungsauftrag = Bolzen anfertigen									
Arbeitsgänge →	I	zentrieren	II	drehen	III	schleifen			
Arbeitsstufen	1	Seite 1 vorbohren	1	∅ 3 von Seite 1 aus vordrehen	1	∅ 3 von Seite 1 aus schleifen			
	2	Seite 1 zentrieren	2	∅ 3 von Seite 2 aus vordrehen	2	∅ 3 von Seite 2 aus schleifen			
	4	Seite 2 vorbohren	3	Seite 2 drehen	3				
	5	Seite 2 zentrieren	4	Seite 1 drehen	4				
Arbeitsgang Nr. I	Griffe für die Arbeitsstufen 1—4 des Arbeitsganges Nr. I = zentrieren								
		Griffe f. Arbeitsstufe 1	Griffe f. Arbeitsstufe 2	Griffe f. Arbeitsstufe 3	Griffe f. Arbeitsstufe 4				
	a	Werkstück einspannen	a	Zentrierer einspannen	a	Werkstück einspannen	a	Zentrierer einspannen	
	b	Bohrer einspannen	b	Seite 1 zentrieren	b	Bohrer einspannen	b	Seite 2 zentrieren	
	c	Seite 1 vorbohren	c	Zentrierer ausspannen	c	Seite 2 vorbohren	c	Zentrierer ausspannen	
	d	Bohrer ausspannen	d	Werkstück ausspannen	d	Bohrer ausspannen	d	Werkstück ausspannen	
	Griffelemente für die Griffe der Arbeitsstufe Nr. 1 = Seite 1 vorbohren								
	a	Werkstück einspannen	b	Bohrer einspannen	c	Seite 1 vorbohren	d	Bohrer ausspannen	
	1	Werkstück vom Tisch nehmen	1	Bohrer vom Tisch nehmen	1	Bohrer heranführen	1	Futter öffnen	
	2	Futter aufspannen	2	Futter aufspannen	2	vorbohren	2	Bohrer herausnehmen	
3	Werkstück hineinlegen	3	Bohrer hineinlegen	3	Bohrer zurückführen	3	Bohrer reinigen		
4	Spannen	4	Spannen	4		4	Bohrer auf den Tisch legen		
Griffelemente für die Griffe der Arbeitsstufe Nr. 2 = Seite 1 zentrieren									
a	Zentrierer einspannen	b	Seite 1 zentrieren	c	Zentrierer ausspannen	d	Werkstück ausspann.		
1	Zentrierer vom Tisch nehmen	1	Zentrierer heranführen	1	Futter öffnen	1	Futter öffnen		
2	Futter aufspannen	2	zentrieren	2	Zentrierer herausnehmen	2	Werkstück herausnehmen		
3	Zentrierer hineinlegen	3	Zentrierer zurückführen	3	Zentrierer reinigen	3	Werkstück reinigen		
4	Spannen	4		4	Zentrierer auf den Tisch legen	4	Werkstück auf den Tisch legen		
Griffelemente für die Griffe der Arbeitsstufe Nr. 3 (siehe Arbeitsstufe Nr. 1)									
Griffelemente für die Griffe der Arbeitsstufe Nr. 4 (siehe Arbeitsstufe Nr. 2)									
Arbeitsgang Nr. II	Griffe für die Arbeitsstufen 1—4 des Arbeitsganges Nr. II = drehen								
		Griffe f. Arbeitsstufe 1	Griffe f. Arbeitsstufe 2	Griffe f. Arbeitsstufe 3	Griffe f. Arbeitsstufe 4				
	1	Mitnehmer aufspannen	1	Mitnehmer aufspannen	1	Seitenstahl einspannen	1	Mitnehmer aufspannen	
	2	Werkstück einspannen	2	Werkstück einspannen	2	Werkstück einspannen	2	Werkstück einspannen	
	3	Fläche 3 drehen	3	Fläche 3 drehen	3	Fläche 2 drehen	3	Fläche 1 drehen	
	4	Werkstück ausspannen	4	Werkstück ausspannen	4	Werkstück ausspannen	4	Werkstück ausspannen	
	5	Mitnehmer abspannen	5	Mitnehmer ausspannen	5	Mitnehmer abspannen	5	Mitnehmer abspannen	
					6	Seitenstahl ausspannen	6	Seitenstahl ausspannen	
	Griffelemente für die Griffe der Arbeitsstufe Nr. 1 = ∅ 3 v. S. 1 aus vordrehen								
	a	Mitnehmer aufspannen	b	Arbeitsstück einspannen	c	Fläche 3 drehen	d	Arbeitsstück ausspannen	e	Mitnehmer abspannen
1	Mitnehmer v. Platz nehmen	1	Körner einfetten	1	Maschine einrücken	1	Maschine austrücken	1	Schraubenschlüssel aufsetzen
2	Werkstück v. Platz nehmen	2	Werkstück zwischen Spitze nehmen	2	Span anstellen	2	Spitze zurückkurbeln	2	Schraube lösen
3	Mitnehmer aufsetzen	3	Spitze herankurbeln	3	Fläche 3 drehen	3	Werkstück herausnehmen	3	Schraubenschlüssel ablegen
4	Schlüssel aufsetzen	4		4	Maschine austrücken	4		4	Mitnehmer abnehmen
5	spannen	5		5	Span anstellen	5		5	Mitnehmer auf den Platz legen
6	Schlüssel ablegen	6		6	Maschine einrücken	6		6	Werkstück auf den Platz legen
<p>Analog gestaltet sich die Unterteilung für die fehlenden Griffelemente der Griffe 1—6 von den Arbeitsstufen 2, 3 und 4 des Arbeitsganges Nr. I und der Aufstellung des Gesamt-Arbeitsganges Nr. III.</p>									

teilung eines solchen Fertigungsauftrages ist in Bild 7 gegeben; es sei aus ihm für jeden der geschaffenen Begriffe ein Beispiel ausgewählt. Der Fertigungsauftrag ist in diesem Falle das Anfertigen des skizzierten Bolzens. Der Fertigungsplan würde die Aufzählung der Arbeitsgänge für das Herstellen dieses Bolzens enthalten, also

Arbeitsgang	I zentriern,
"	II drehen,
"	III schleifen.

Jeder dieser Arbeitsgänge besteht nun aus verschiedenen Arbeitsstufen. Es seien z. B. für den Arbeitsgang II — drehen — die Arbeitsstufen aufgezählt:

1. Arbeitsstufe: $\emptyset 3$ von der Seite 1 aus vordrehen,
2. " $\emptyset 3$ von der Seite 2 aus vordrehen,
3. " Seite 2 drehen,
4. " Seite 1 drehen.

Kennzeichnung des Umfanges für die genannten Arbeitsstufen ist, daß die Arbeit ohne Ausspannung des Werkstückes erfolgen soll.

Von den genannten Arbeitsstufen des Arbeitsganges II „drehen“ seien nun für die erste Arbeitsstufe die Griffe genannt. Für die Arbeitsstufe 1: „ $\emptyset 3$ von der Seite 1 aus vordrehen“ würden folgende Griffe in Frage kommen (unter IIa in Bild 7):

1. Mitnehmerherz aufspannen,
2. Werkstück in die Maschine spannen,
3. Fläche 3 drehen (ein Stück von Seite 1 aus),
4. Werkstück ausspannen,
5. Mitnehmer abspannen.

Es sei dabei wiederholt, daß man unter dem Griff eine Anzahl von Griffelementen versteht, die eine in sich abgeschlossene Betätigung des Arbeiters darstellen.

Und endlich seien nun für den ersten Griff der Arbeitsstufe 1 — für das Aufspannen des Mitnehmerherzes — die Griffelemente angeführt. Das Aufspannen des Mitnehmers setzt sich zusammen aus:

1. Den Mitnehmer vom Platz nehmen,
2. Werkstück vom Platz nehmen,
3. Mitnehmer aufsetzen,
4. Schlüssel vom Platz nehmen und aufsetzen,
5. Spannen,
6. Schlüssel ablegen.

E. Rechnungsgrößen und deren Abkürzungen.

I. Formelgrößen.

Um bei der Entwicklung der Formeln gleichbleibende Bezeichnungsgrößen zu verwenden, ist es notwendig, alle später vorkommenden Formelgrößen mit Abkürzungen zu bezeichnen und ihre Maßbenennung festzulegen. Die in folgenden aufgeführten Abkürzungen entsprechen im allgemeinen den in der Technik üblichen, und zwar bedeutet:

v = Schnittgeschwindigkeit in m je Minute bei Werkzeugmaschinen mit rotierender Spindel am Arbeitsdurchmesser, bei Bohrmaschinen am Außendurchmesser des Bohrers gemessen.

v_a = Arbeitsgeschwindigkeit bei Hobel- und Stoßmaschinen in m je Minute.

v_r = Rücklaufgeschwindigkeit bei Hobel- und Stoßmaschinen in m je Minute.

$m = v_r : v_a$ = Verhältniszahl zwischen Rücklauf und Vorlauf.

n = Drehzahl des Werkstückes oder Werkzeuges in Umdrehungen je Minute.

a = Anstellung der Spantiefe in mm.

i = Anzahl der Späne.

s = Vorschub oder Schaltgeschwindigkeit in mm je Umdrehung oder Hub.

s' = Vorschub oder Schaltgeschwindigkeit in mm in der Zeiteinheit der Minute.

$q = a \cdot s$ = Spanquerschnitt in qmm.

Hegner		Rechnungsgrößen				Bild 8
Maße für die Kalkulationsformel.						
Maße für die Kalkulationsformel	Abkürzung für Kalkulationsformel	Die Maße für die Kalkulationsformel enthalten folgende Werte				
		Zeichnungsmaß	Materialzugabe	Anlauf	Überlauf	
Länge	L	l	$2 \cdot Z_l$	A_l	U_l	
Breite	B	b	$2 \cdot Z_b$	A_b	U_b	
Höhe	H	h	$2 \cdot Z_h$	A_h	U_h	
Außen \varnothing	Da	da	$2 \cdot Z_{da}$	A_{da}	U_{da}	
Bohrung \varnothing	Di	di	$2 \cdot Z_{di}$	A_{di}	U_{di}	
Zugabe = Z		Anlauf = A		Überlauf = U		
Anwendungsbeispiele.						
Drehen						
Bohren						
Fräsen horizontal						
Fräsen vertikal						
Hobeln						

- k_s = Spezifischer Zerspanungswiderstand in kg je qmm.
 $K = k_s \cdot q$ = gesamter Zerspanungswiderstand an der Schnittstelle in kg.
 M = Drehmoment in omkg.
 v_R = Riemengeschwindigkeit in m/sek.
 p = spezifische Riemenbeanspruchung in kg je mm Riemenbreite.
 b = Riemenbreite in mm.
 $P = b \cdot p$ = zulässige Riemenbeanspruchung in kg.

II. Abkürzungen der für die Rechnung benötigten Werkstückdimensionen.

Außer diesen allgemein gültigen Formelgrößen-Abkürzungen werden zum Zwecke der Vorkalkulation noch weitere Bezeichnungen gebraucht, und zwar stehen diese Bezeichnungen in Beziehungen zu den Dimensionen der Werkstücke. Denn der Vorkalkulator kann für seine Rechnungen niemals die Zeichnungsmaße benutzen, sondern er muß diejenigen Maße einsetzen, die das rohe Werkstück enthält. Er muß weiter berücksichtigen, daß er häufig auch das Maß des rohen Werkstückes noch nicht als das endgültige zu seinen Berechnungen gebrauchen kann, sondern daß dieses Maß oft beeinflusst wird durch die Dimensionen der Werkzeuge und durch die Lage der Werkzeuge zu dem Werkstück. Es sind in Bild 8 diejenigen Maße, Bezeichnungen und Abkürzungen für die Kalkulationsformeln zusammengestellt, die in bezug auf die Maße des Werkstückes vom Kalkulator zu berücksichtigen sind.

Wenn man z. B. eine Büchse dreht, wie sie in Bild 8 dargestellt ist, hat der Kalkulator bei dem Fertigdrehen des Außendurchmessers auf das Zeichnungsmaß d_a die auf jeder Seite des Durchmessers befindlichen Materialzugaben Z_{aa} zu berücksichtigen, die zusammen den Rohdurchmesser D ergeben, der in die Rechnung einzusetzen ist.

In bezug auf die Länge ist zunächst der Anlauf des Stahles zu beachten. Der meist schräg geschliffene Stahl wird, bevor er das zu erreichende Maß abdreht, während der Strecke A_l eine nutzbringende Arbeit zwar nicht vollführen, aber da der Support oder der Tisch diesen Weg nun einmal zurücklegen muß, ist der Anlauf A_l bei der Rechnung auch zu bewerten. Weiter sind für das Überdrehen des Durchmessers auf beiden Seiten Materialzugaben der Länge Z_l zu beachten und ebenso ein kurzer Überlauf des Stahles nachdem er das Material verlassen hat; denn der Vorschub der Maschine wird nicht genau am Ende der Bearbeitung ausgerückt, sondern etwas später.

Bei selbsttätiger Ausschaltung ist \bar{U}_l dann nicht zu berücksichtigen, wenn die Ausschaltung genau eingestellt werden kann oder muß (z. B. beim Drehen gegen einen Bund).

Die Länge, die der Kalkulator einzusetzen hat, ist also bei weitem mehr als das Zeichnungsmaß l . Die für die Kalkulationsrechnung in Frage kommende Länge L setzt sich vielmehr zusammen aus dem Zeichnungsmaß l , der Materialzugabe $2 \cdot Z_l$, dem Anlauf A_l und dem Überlauf \bar{U}_l .

Beim Vertikalfräsen ist zu berücksichtigen, daß für den Fräser ein besonders großer Anlauf einzusetzen ist. Dieser ist dadurch bedingt, daß der Fräser, ehe er über die ganze Breite des Werkstückes hinwegschneidet, zunächst mit einer kleineren Sehne den Schnitt beginnt. Es ist weiter zu beachten, daß der Überlauf besonders dann um mehr als den halben Fräserdurchmesser ausmacht, wenn man mit einem Stirnfräser schlichtet; denn dann muß der Fräser zum Zwecke des Erzielens einer geraden und sauberen Fläche auch mit seinem hinteren Zahn über das Werkstückende hinweggeführt werden.

Ähnlich gestalten sich die Verhältnisse beim Bohren, Planfräsen oder Hobeln. Die Bilder geben die Beziehungen zwischen Zeichnungsmaß und Kalkulationsmaß mit genügender Deutlichkeit wieder.

Zweiter Abschnitt.

Methoden zur Errechnung der Maschinen- und Handzeit.

Nachdem wir in dem vorhergehenden Kapitel die für die Erledigung der Vorkalkulation notwendigen Begriffe und die Grundformen der Kalkulation kennen gelernt haben, soll jetzt nun die Hauptaufgabe in Angriff genommen werden, nämlich die Schilderung der Methoden, mit denen die Kalkulationsrechnung selbst ausgeführt wird. Wiederholend sei bemerkt, daß sich diese Methoden beziehen auf die Berechnungen der Zeiten t_{ee} , t_h und t_n , die wir aus dem Schema 2—4 kennen. Für die Zuschläge für Verluste t_v und ebenso für einen evtl. Mehrverdienst t_m über die Akkordbasis sind in diesem Abschnitt Annahmen gemacht, um Rechnungen überhaupt durchführen zu können. Wie diese Zuschläge, besonders die Verlustzuschläge, gefunden werden, darüber wird später noch ausführlich Auskunft gegeben.

In bezug auf die Berücksichtigung dieser Zuschläge bei den Rechnungen ist es natürlich notwendig, daß man sich für eine der gezeigten drei Grundformen entscheidet. Wir wollen bei der Rechnung von Beispielen während der drei zunächst besprochenen Kalkulationsmethoden des Schätzens, des Vergleichens und des Rechnens mit Erfahrungswerten nach dem Schema 3 verfahren. Dieses Schema hat den Vorteil, daß es in der zahlenmäßigen Durchführung der Berechnung bis zum Erhalt der Werte für t_e und t_{st} mit dem Ideal-Schema 2 parallel geht, daß es aber anschließend die Berücksichtigung eines ev. notwendigen Zuschlages t_m — leider meist bedingt durch die Tarifverhältnisse — zeigt und dadurch nachdrücklich dartun will, daß ein solcher Überverdienst nicht durch willkürlich hoch gerechnete Zeiten t_{ee} und t_g , sondern rechnerisch nachweisbar berücksichtigt werden muß. Nach diesem Schema 3 erhält also schließlich der Arbeiter eine höhere Zeit vorgegeben, als der errechneten günstigsten Herstellungszeit entspricht. Diese Zeit ist um so viel höher, als der Überverdienst über die Akkordbasis betragen soll. Und zwar ist für diese Beispiele angenommen, daß der eingearbeitete Durchschnittsarbeiter einen Überverdienst von 20% über die Akkordbasis verdienen soll, und weiter ist die Verlustzeit t_v mit durchschnittlich 15% eingesetzt. Es ist dabei nochmals zu betonen, daß das Einsetzen einer konstanten Verlustzeit eine Ungenauigkeit bedeutet, da sie tatsächlich für jede Werksabteilung einen anderen Prozentsatz ausmacht. Für die vierte der zu besprechenden Kalkulationsmethoden — Zeitstudien — werden dann nur die Zuschläge t_v lt. Schema 2 berücksichtigt, weil angenommen ist, daß die Beachtung von t_m bei den vorhergehenden Beispielen genügend klar gezeigt ist.

Die Methoden, nach denen man nun die durchschnittlich günstigsten Zeiten für das Einrichten wie für die Stückzeit berechnen kann, sind folgende:

1. Das Schätzen in der Form einer rohen Rechnung.
2. Das Vergleichen.
3. Das Kalkulieren auf Grund von Erfahrungswerten.
4. Das Kalkulieren mit durch Zeitstudien gemessenen Werten.

Jede dieser Methoden wird sich damit befassen müssen, Wege zu zeigen sowohl für die Ermittlung der Maschinenzeiten wie auch der Handzeiten.

A. Schätzen.

Das Schätzen ist diejenige Methode zur Feststellung von Akkordzeiten, die bisher am meisten gebräuchlich war. Sie wurde von Meistern oder von aus dem Betrieb hervorgegangenen Technikern durchgeführt. Die Genauigkeit der geschätzten Werte hing

natürlich von der Erfahrung, von der Verlässlichkeit und Geschicklichkeit des betreffenden Beamten in bezug auf die Bewertung der Herstellungszeit vollkommen ab. Daß diese Methode keinen Anspruch auf Berechtigung zur Ermittlung von Stückzeiten hat, ist selbstverständlich, wenigstens dann, wenn sie ohne jede behelfsmäßige Rechnung ausgeführt wird.

Wenn aber die Methode des Schätzens hier noch ernstlich erwähnt wird und als Methode zur Feststellung von Akkordzeiten sogar empfohlen wird, so ist eben nicht das rohe Schätzen ohne jede Unterlage, sondern die Durchführung einer überschläglichen Rechnung nach gewissen Prinzipien gemeint. Diese Form des Schätzens oder besser des Rohrechnens ist mitunter sogar als wirtschaftlich zu bezeichnen. Überall dort, wo Arbeitsgänge von kurzer Dauer nur einmal vorkommen und nur einmal berechnet werden, kann man derartige Rohrechnungen zur Feststellung von Stückzeiten mit Erfolg verwenden. Man muß ja bedenken, daß eine Rechnung um so mehr Zeit kostet, je genauer sie ausgeführt wird, und es ist oft wirtschaftlicher, durch eine rohe, aber schnell auszuführende Rechnung dem Arbeiter bei kurzen Arbeitsgängen 1 Minute mehr zuzubilligen, als zur Ausführung der genauen Rechnung den Kalkulator 5 Minuten länger rechnen zu lassen.

Es seien nun in folgendem für die hauptsächlichsten Arbeitsvorgänge die Hilfsmittel zusammengestellt, mit denen man durch das Schätzen in der Form einer rohen Rechnung zu immerhin brauchbaren Resultaten kommt.

I. Werte für das Drehen.

Für die Berechnung der Maschinenzeit ist nach folgender Regel zu verfahren:

1. Formel zur Berechnung der Maschinenzeit

$$t_h = \frac{D_a \cdot \pi \cdot L \cdot i}{v \cdot s}$$

2. Feststellung der Spänezahl i für jede einzelne Arbeitsstufe.

3. Feststellung der für die Kalkulationsrechnung zu benutzenden Drehlänge L , bezogen auf eine jede Arbeitsstufe.

4. Feststellung der Gesamtlänge L_g , bezogen auf den gesamten Arbeitsgang, also ΣL .

5. Bilden einer Rechnungsgröße k_o , die die Konstanten $\frac{\pi}{v \cdot s}$ aus der obigen Formel für alle Arbeitsvorgänge bei der Bearbeitung gleichen Werkstoffes zusammenfaßt.

6. Einsetzen der Werte von D_a und L_g in die durch 5. vereinfachte Formel für

$$t_h = \frac{D_a \cdot L_g}{k_o}$$

7. Schätzung der Nebenzeiten.

Die Nebenzeit t_n wird also geschätzt und zwar für Spannen nach dem vorliegenden Spannvorgang, für Messen und Anstellen der Stähle in der Weise, daß man das Anstellen und Messen für jeden Span mit einer bestimmten gleichbleibenden Zeit einsetzt und die gesamte benötigte Meß- und Anstellzeit durch Multiplikation mit der Spänezahl feststellt.

8. Schätzen der Einrichtezeit.

An dem in Bild 9 gezeigten Bolzen sei eine solche Schätzung oder richtiger eine Rechnung durch Annäherungswerte nach den eben gegebenen Anweisungen durchgeführt.

Die scheinbar lange Rechnung gestaltet sich in der Praxis natürlich einfacher und schneller. Die Zahl für k_o hat man für die verschiedenen Materialien zur Hand, die Ausrechnung von L_g geschieht im Kopf und nur die Schlußrechnung für t_h ist mit dem Rechenschieber auszuführen; alles übrige kann durch Kopfrechnen erledigt werden. Der hier für Maschinenstahl angegebene Wert für $\frac{1}{k_o} = \frac{1}{2000}$ ist ein in der Praxis erprobter. Die Rechnung mit diesem konstanten Divisor, der das Produkt von Schnittgeschwindigkeit und Vorschub in sich trägt, empfiehlt sich übrigens auch für genauere Rechnungsmethoden; natürlich muß dann für jeden Arbeitsgang, also für Schruppen, Schlichten usw. getrennt

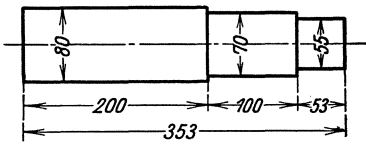
Hegner	Feststellen von Akkordzeiten in der Dreherei durch Schätzen	Bild 9
---------------	--	---------------

Arbeitsauftrag: Schruppen des skizzierten Bolzens und Drehen zum Schleifen.

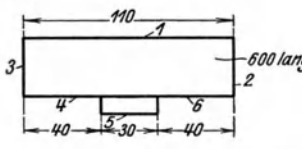
Material: Maschinenstahl 50—60 kg/mm². — Werkzeug: Schnellstahl.

Annahmen: $v = 18$ m,
 $s = 0,35$ mm je Umdrehung als Durchschnittswert für alle Bearbeitungsvorgänge,

$t_v = 15\%$,
 $t_m = 20\%$.



1. t_h für jeden Ansatz $= \frac{D \cdot \pi \cdot L \cdot i}{v \cdot s}$
 $\frac{\pi}{v \cdot s} = \frac{1}{k_0}$
 $L \cdot i$ für $\varnothing 55 + L \cdot i$ für $\varnothing 70$
 $+ L \cdot i$ für $\varnothing 80 + L \cdot i$ für d. Seiten + Ansätze } $= L_g$
 $t_h = \frac{1}{k_0} \cdot L_g \cdot D \alpha$
2. für $\varnothing 55$ ist $i = 4$
 70 $i = 3$
 80 $i = 1$
für die beiden Endseiten $i = 4$ zusammen
für die beiden Ansatzflächen $i = 4$ „
3. L ist für $\varnothing 55$ $= 4 \cdot 60 = 240$
 $\varnothing 70$ $= 3 \cdot 100 = 300$
 $\varnothing 80$ $= 1 \cdot 205 = 205$
für die zwei Seiten + Ansätze $= 4 \cdot \frac{86}{2} = 172$
4. Gesamtlänge $L_g = 917$
5. Konstante $\frac{1}{k_0} = \frac{\pi}{18000 \cdot 0,35} = \frac{1}{2000}$ für das Drehen von S.M.St. v. 50—60 kg/mm²
6. t_h $= \frac{86 \cdot 917}{2000} = 39,1$ Minuten
7. t_n für Spannen $= 1,7$ „
 t_n für Anstellen und Messen der 16 Späne $= 16 \cdot 0,5 = 8$ „
8. $t_g = t_h + t_n$ $= 48,8$ Minuten
9. $t_v = \frac{15}{100} \cdot t_g = \frac{15 \cdot 48,8}{100}$ $= 7,4$ „
10. $t_{st} = t_g + t_v$ $= 56,2$ Minuten
11. t_e geschätzt $= 14$ „
12. $t_{stm} = t_{st} + t_m = t_{st} \cdot 1,2$ ~ 68 „
13. $t_{em} = t_e + t_m = t_e \cdot 1,2$ ~ 17 „

Hegner	Feststellen von Akkordzeiten in der Fräserei durch Schätzen	Bild 10
<p>Arbeitsauftrag: Fräsen der skizzierten Leiste durch Schruppen und Schlichten auf allen Seiten.</p>		
<p>Material: Maschinenstahl 50 bis 60 kg/mm² Festigkeit.</p>		
<p>Werkzeug: Schnellstahl.</p>		
<p>Annahmen: $s' = 30$ mm je Min. als Durchschnittswert für Schruppen und Schlichten.</p>		
<p>$t_v = 15\%$ $t_m = 20\%$</p>		
		
<ol style="list-style-type: none"> 1. i pro Fläche mit je 1 Schruppspan und 1 Schlichtspan = 2 i für 6 Flächen = 12 2. L pro Fläche = $l + A_l + U_l = 600 + 14 + 6$ = 620 mm 3. $L_g =$ Gesamtlänge = $12 \cdot 620$ = 7440 " 4. s' für Maschinenstahl zum Schruppen und Schlichten als Durchschnittswert = 30 " je Min. 5. $t_h = \frac{L_g}{s'} = \frac{L_g}{30} = \frac{7440}{30}$ = 248,0 Minuten 6. t_n für Spannen = 4 mal à 2,5 Minuten = 10 " t_n für Anstellen und Messen der 12 Späne = $12 \cdot 0,8$. = 10 " 7. $t_g = t_h + t_n$ = 268 Minuten 8. $t_v = \frac{15}{100} \cdot t_g = \frac{15 \cdot 268}{100}$ = 40 " 9. $t_{st} = t_g + t_v$ ~ 308 Minuten 10. t_e geschätzt = 10 " 11. $t_{stm} = t_{st} + t_m = t_{st} \cdot 1,2$ ~ 368 " 12. $t_{em} = t_e + t_m = t_e \cdot 1,2$ ~ 12 " 		

ein besonderer Divisor, ein besonderes k_o , errechnet werden, der den benutzten Werten von Vorschub und Schnittgeschwindigkeit für die verschiedenen Bearbeitungsvorgänge und Materialien entspricht.

II. Werte für das Fräsen.

Für die Errechnung der Maschinenzeit ist nach folgender Regel zu verfahren:

1. Feststellen der Spänezahl i für jede Arbeitsstufe.
2. Feststellen der für die Kalkulation zu benutzenden Länge L , bezogen auf eine jede Arbeitsstufe.
3. Feststellen der Gesamtlänge L_g für den gesamten Arbeitsgang.
4. Annahme eines durchschnittlichen Vorschubes s' je Minute.

Hegner	Feststellen von Akkordzeiten in der Hobelei durch Schätzen	Bild 11
<p>Arbeitsauftrag: Hobeln des skizzierten Bockes durch Schruppen und Schlichten an den Flächen 1 — 2 — 3.</p> <p>Material: Gußeisen. — Werkzeug: Schnellstahl.</p> <p>Annahmen: $s = 1,2$ mm je Hub als Durchschnittswert für Schruppen und Schlichten.</p> <p style="margin-left: 100px;">$t_v = 15 \text{ ‰}$.</p> <p style="margin-left: 100px;">$t_m = 20 \text{ ‰}$.</p>		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Hubzahl an der Maschine pro Minute siehe S. 31 III 2. i für jede Fläche mit einem Schrupp- und einem Schlichtspan = 2 3. B für Fläche 1 = $2 \cdot 110$ = 220 mm B " " 2 = $2 \cdot 22$ = 44 " " B " " 3 = $2 \cdot 22$ = 44 " " B_g = Gesamtbreite = 308 mm 4. s = für Schruppen und Schlichten als Durchschnittswert je Hub 1,2 mm 5. Hubzahl h_z für die ganze Breite B_g ist $h_z = \frac{B_g}{s} = \frac{308}{1,2}$. . . = 256 6. Hublänge $L = l + A_l + U_l = 700 + 40 + 10$ = 750 mm lt. S. 31 oben werden bei 750 Hublänge je 1 Minute gemacht = 10 Hube 7. $t_h = \frac{256}{10}$ = 25,6 Minuten 8. t_n für Spannen und zwar $1 \times \grave{a} 8$ Min. = 8 " " t_n für Anstellen und Messen für 6 Späne $\grave{a} 1,8$ Min. = 10,8 " " 9. $t_g = t_h + t_n$ = 44,4 Minuten 10. $t_v = \frac{15}{100} \cdot t_g = \frac{15 \cdot 44,4}{100}$ = 6,6 " " 11. $t_{st} = t_g + t_v$ = 51 Minuten 12. t_e geschätzt = 15 " " 13. $t_{stm} = t_{st} + t_m = 1,2 \cdot t_{st}$ = 61 " " 14. $t_{em} = t_e + t_m = 1,2 \cdot t_e$ = 18 " " 		

5. Ausrechnung von $t_h = \frac{L_g}{s'}$.

6. Die Nebenzeiten t_n werden wie beim Drehen geschätzt für den Spannvorgang und ebenso für Messen und Anstellen in der Weise, daß man für jeden Span eine gleichbleibende Zeit einsetzt und die insgesamt benötigte Meß- und Anstellzeit dann durch Multiplikation mit der Spänezahl feststellt.

7. Schätzen der Einrichtezeit.

Für die in Bild 10 gezeigte Leiste soll eine solche Rechnung durchgeführt werden. Die Leiste ist aus Maschinenstahl von 50—60 kg Festigkeit; es werden gewöhnliche Walzenfräser aus Schnellstahl, also keine Satzfräser verwendet; die Länge der Leiste beträgt 600 mm.

Hier ist die Errechnung des Resultates noch schneller möglich. Man muß nur den Wert von s' kennen und hat durch Division von s' in die Gesamtlänge den Wert für die Hauptzeit.

III. Werte für das Hobeln.

In der Hobelei kommt man ohne die Schaffung einer gewissen Rechnungsunterlage für die Dauer eines Hubes bei bestimmter Länge nicht aus. Man verfährt wie folgt:

1. Feststellen der Anzahl der Doppelhübe je Minute bei einer Reihe von Hobellängen durch Messen mit der Stoppuhr an der Hobelmaschine

z. B. Hobellänge von 200 = 25 Doppelhübe je Min.

"	"	400 = 17	"	"	"
"	"	600 = 12	"	"	"
"	"	800 = 10	"	"	"
"	"	1000 = 8	"	"	"
"	"	1400 = 6	"	"	"
"	"	1800 = 4,5	"	"	"
"	"	2200 = 4	"	"	"

2. Feststellung der Spänezahl i für jede einzelne Arbeitsstufe.

3. Feststellung der Breite B für die einzelne Arbeitsstufe und der Breite B_g für den gesamten Arbeitsgang.

4. Feststellung eines Vorschubes je Hub als Durchschnittswert für Schruppen und Schlichten.

5. Feststellung der benötigten Hubzahl h_z durch die Formel

$$h_z = \frac{B_g}{s}$$

6. Feststellung der der Länge des Werkstückes entsprechenden Hubzahl pro Minute aus der Aufstellung unter 1.

7. $t_h = \frac{\text{Anzahl der unter 5. gefundenen Hube}}{\text{Anzahl der unter 6. gefundenen Hubzahl je Min.}}$

8. Das Schätzen der Nebenzeiten wird ähnlich wie beim Fräsen gehandhabt, besonders in bezug auf die Bemessung der Anstell- und Meßzeiten für die abzunehmenden Späne.

9. Schätzen der Einrichtezeit.

In Bild 11 ist an dem Beispiel des Hobelns eines Bockes eine solche Rechnung ausgeführt.

IV. Werte für das Bohren.

Auch das Bohren verlangt zur Erledigung der Kalkulationsrechnung auf Grund des Schätzens eine gewisse Grundlage. Diese besteht in einer für verschiedene Materialien gültigen tabellarischen Aufstellung über diejenigen Vorschübe, die man durchschnittlich beim Bohren von Löchern verschiedenen Durchmessers erreichen kann. Diese Tabelle muß natürlich für Bohrer aus Gußstahl und Schnellstahl besonders aufgestellt sein. Eine solche Aufstellung für Bohrer aus Schnellstahl ist anschließend gegeben. Das für die Durchführung der Rechnung einzuschlagende Verfahren ist wie folgt:

1. Festlegung einer Tabelle der Vorschübe je Minute für verschiedene Bohrer-Durchmesser bei den üblichen Materialien.

Bohrer \varnothing	Gußeisen (mittel)		Temperguß		Stahl 50/60 kg/mm ²	
	s'	s	s'	s	s'	s
2— 4	64	0,03	51	0,024	43	0,02
5— 7	74	0,07	59	0,056	49	0,047
8— 10	78	0,11	62	0,088	52	0,074
12— 16	73	0,16	59	0,13	49	0,105
17— 20	69	0,20	55	0,16	46	0,133
21— 30	64	0,25	51	0,20	43	0,17
31— 50	51	0,32	41	0,26	34	0,21
51— 70	42	0,40	34	0,32	28	0,27
71— 100	34	0,45	27	0,36	23	0,30

Hegner	Feststellen von Akkordzeiten in der Bohrererei durch Schätzen	Bild 12
<p>Arbeitsauftrag: Bohren eines Loches von 15 \varnothing und 40 mm Länge.</p> <p>Material: Stahl von 50 bis 60 kg/mm². — Werkzeug: Schnellstahl.</p> <p>Annahme: s' je Minute lt. Tabelle S. 31 IV 49 mm.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $L = l + A_t = 40 + 9 = 49$ mm. 2. $t_h = \frac{L}{s} = \frac{49}{49} \dots \dots \dots = 1$ Minuten 3. t_n für Spannen zwischen Schraubstockbacken $\dots \dots \dots = 0,4$ „ t_n für Anstellen des Bohrers und Anriß suchen $\dots \dots \dots = 0,8$ „ 4. $t_g = t_h + t_n \dots \dots \dots = 2,2$ Minuten 5. $t_v = \frac{15}{100} \cdot t_g = \frac{15}{100} \cdot 2,2 \dots \dots \dots = 0,3$ „ 6. $t_{st} = t_g + t_v \dots \dots \dots = 2,5$ Minuten 7. $t_e =$ geschätzt $\dots \dots \dots = 1,5$ „ 8. $t_{stm} = t_{st} + t_m = 1,2 \cdot t_{st} \dots \dots \dots = 3$ „ 9. $t_{em} = t_e + t_m = 1,2 \cdot t_e \dots \dots \dots \sim 2$ „ 		

2. Feststellen der zu bohrenden Länge L .
3. Berechnen der Hauptzeit t_h durch Division s' in L .
4. Schätzen der Nebenzeiten, getrennt in Spannen, Anstellen des Bohrers und Messen.
5. Schätzen der Einrichtezeiten.

In Bild 12 ist für das Bohren eines Loches von 15 Durchmesser und 40 mm Länge eine solche Kalkulationsaufgabe durchgeführt.

V. Handarbeit.

Das Schätzen findet ein besonders ausgedehntes Anwendungsgebiet auch in fortschrittlichen Betrieben bei der Vorherbestimmung von Akkordzeiten für die Montage, besonders dann, wenn es sich um Einzelfertigung oder um kleine Reihenfertigung handelt. Auch die zu einer kompletten Montage benötigten Zeiten kann man mit einiger Sicherheit in der Weise schätzen, daß man den kompletten Arbeitsvorgang der Montage in möglichst viele in sich geschlossene Gruppen aufteilt. Diese Gruppen wieder werden in Arbeitsstufen zerlegt und für diese findet dann das Schätzen Anwendung. Dadurch wird die zu schätzende Arbeit ihrem Umfang nach kleiner und kann infolgedessen genauer ausgeführt werden; auch lassen sich die kleinen Zeiten evtl. mit der Stoppuhr nachprüfen. In Bild 13 ist eine solche Kalkulationsrechnung für eine Montagearbeit — für das Montieren einer verschiebbaren Stufenscheibe auf einer Welle — durchgeführt.

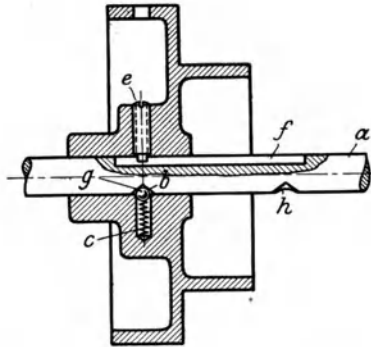
Hegner

Feststellen von Akkordzeiten in der Montage durch Schätzen

Bild 13

Arbeitsauftrag: Montage einer verschiebbaren Stufenscheibe auf einer Welle.

Die Stufenscheibe ist fertig gedreht und kaliberhaltig gebohrt, die Welle *a* nach Toleranzlehre geschliffen, die Nute *f* genau gefräst, die Aussenkung *b* vorher auf der Bohrmaschine hergestellt, das Schraubloch *e* in der Stufenscheibe vorgebohrt. — Die gegenüber der Schraube sitzende Feder *c* soll durch Druck auf die Kugel *g* die Stufenscheibe an der Stelle *b* festhalten, wenn sie in der Nute *f* von der Stellung *h* nach Stellung *b* verschoben wird.



1. t_h besteht aus folgenden Arbeitsstufen, deren Dauer mit den rechtsstehenden Minutenzahlen geschätzt ist.

a) in die Stufenscheibe Gewinde <i>e</i> schneiden	= 5 Minuten
b) Schraube <i>e</i> einpassen und einziehen	= 1,5 „
c) Nute <i>f</i> entgraten	= 1 „
d) Stufenscheibe aufpassen	= 1,8 „
e) Stufenscheibe abnehmen	= 0,5 „
f) Feder <i>c</i> einpassen und einlegen	= 3,2 „
g) Kugel <i>g</i> einlegen	= 0,5 „
h) Stufenscheibe mit Feder und Kugel aufmontieren	= 2 „
i) Schraube anstellen	= 0,5 „
k) Verschiebung probieren	= 0,5 „

t_h = 16,5 Minuten

t_n in t_h enthalten = —

t_g = 16,5 „

$t_v = \frac{15}{100} \cdot t_g = \frac{15 \cdot 16,5}{100}$ = 2,5 „

$t_{st} = t_g + t_v$ = 19 Minuten

$t_{stm} = t_{st} + t_m = 1,2 \cdot t_{st}$ = 23 „

B. Das Vergleichen.

Diese Methode zur Ermittlung von Stückzeiten wird dann angewendet, wenn in der Einzel- oder kleinen Reihenfertigung bei einer großen Anzahl der Form nach ähnlicher Werkstücke die gleichen Arbeitsstufen vorkalkuliert werden sollen. Die Benutzung der Methode des Vergleichens geschieht in der Weise, daß aus der Reihe der zu berechnenden Arbeitsstücke für einige von ihnen die Herstellungszeiten ermittelt werden, zweckmäßig für das kleinste und größte und für mehrere dazwischenliegende Arbeitsstücke. Die Berechnung dieser Zeiten geschieht entweder auf dem Wege des in Abschnitt A geschilderten Schätzens — also besonders bei kleinen Stückzahlen und kurzen Arbeitsgängen — oder aber durch eine der unter C und D später entwickelten genaueren Berechnungsmethoden

Die Zeiten für die der Größe nach zwischen den berechneten Stücken liegenden Arbeitsstücke werden durch oberflächlichen Vergleich mit den berechneten bestimmt, d. h. man stuft sie den Dimensionen der Werkstücke entsprechend ab.

Die Methode des Vergleichens kann in zweierlei Weise ausgeführt werden:

1. in tabellarischer Form,
2. auf graphischem Wege.

I. Vergleichen unter Benutzen von Tabellen.

Diese Form der Ausführung von Vergleichen ist in Bild 14 gezeigt. Die zu berechnenden 9 Wellen sind in tabellarischer Form mit ihren Dimensionen aufgeführt; es soll für alle Stücke die für das Ausschruppen und Drehen zum Schleifen benötigte Zeit festgesetzt werden. Für diesen Arbeitsgang sind die Wellen mit dem Durchmesser $m = 30 - 38 - 55 - 70$ berechnet auf Grund der in Kapitel A I gezeigten Methode des Schätzens (Bild 9). Diese Zeiten sind in der Reihe 1 niedergeschrieben. Die Drehzeiten für die übrigen nicht berechneten Wellen werden durch Abstufung gebildet auf Grund des Vergleichens mit den Dimensionen der bereits berechneten Wellen.

Noch klarer tritt die Verwendbarkeit der Methode des Vergleichens zutage bei der Kalkulation kleinerer Arbeitsvorgänge und bei größeren Zahlen von ähnlichen nur den Dimensionen nach verschiedenen Werkstücken. In Bild 15 sind 20 Sorten Stellringe mit verschiedenen Dimensionen gezeigt. Diese Stellringe werden in Massen hergestellt und zwar in zwei Arbeitsgängen. Zunächst wird auf der Revolverbank von der Stange der Durchmesser D_n nach Lehre gedreht, die Seite A mit der dazugehörigen Rundung geschlichtet, das Loch d roh vorgebohrt und der Ring abgestochen. Die so vorgearbeiteten Ringe werden im zweiten Arbeitsgang im Loch genau nach Kaliber gebohrt und gerieben und die Seite B nach Maß und zum fertigen Loch genau laufend geschlichtet. Dies geschieht in der Weise, daß der Ring im fertigen Durchmesser D_n aufgenommen wird und auf der Revolverbank in der Bohrung und an der Seite fertig bearbeitet wird. In Bild 15 sind für einen Teil der Ringe die Zeiten für die eben geschilderten zwei Arbeitsgänge genau ermittelt (z. B. durch Abstoppen). Diese Zeiten sind in der Reihe 1 festgelegt. Die Zeiten für die dazwischenliegenden Teile sind dann in der 2. Reihe durch Vergleich der Dimensionen mit denjenigen der berechneten gebildet.

Man spart durch diese Methode des Vergleichens erhebliche Arbeit in der Kalkulation und erhält doch genaue Werte. Natürlich hängt die Genauigkeit ab von der Genauigkeit der Ermittlungsmethode, mit der die in Reihe 1 verzeichneten Werte errechnet sind.

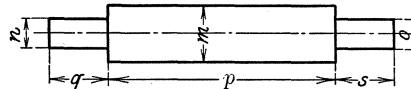
II. Vergleichen auf Grund graphischer Darstellung.

Das Feststellen von Akkordzeiten auf Grund des Vergleichens der für einen Arbeitsvorgang aufzuwendenden Arbeit mit bereits in Zeit berechneter Arbeit wird erleichtert durch die graphische Darstellung, die besonders bei einfachen Arbeitsgängen genaue Resultate liefert.

Hegner	Ermittlung von Akkordzeiten durch Vergleichen auf Grund tabellarischer Aufstellung	Bild 14
---------------	---	----------------

Arbeitsauftrag: Schruppen und Drehen zum Schleifen der in untenstehender Tabelle aufgezeichneten Wellen.

Material: Maschinenstahl von 50—60 kg/mm². — Werkzeug: Schnellstahl.

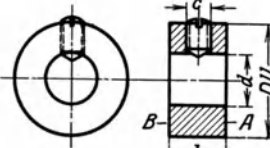


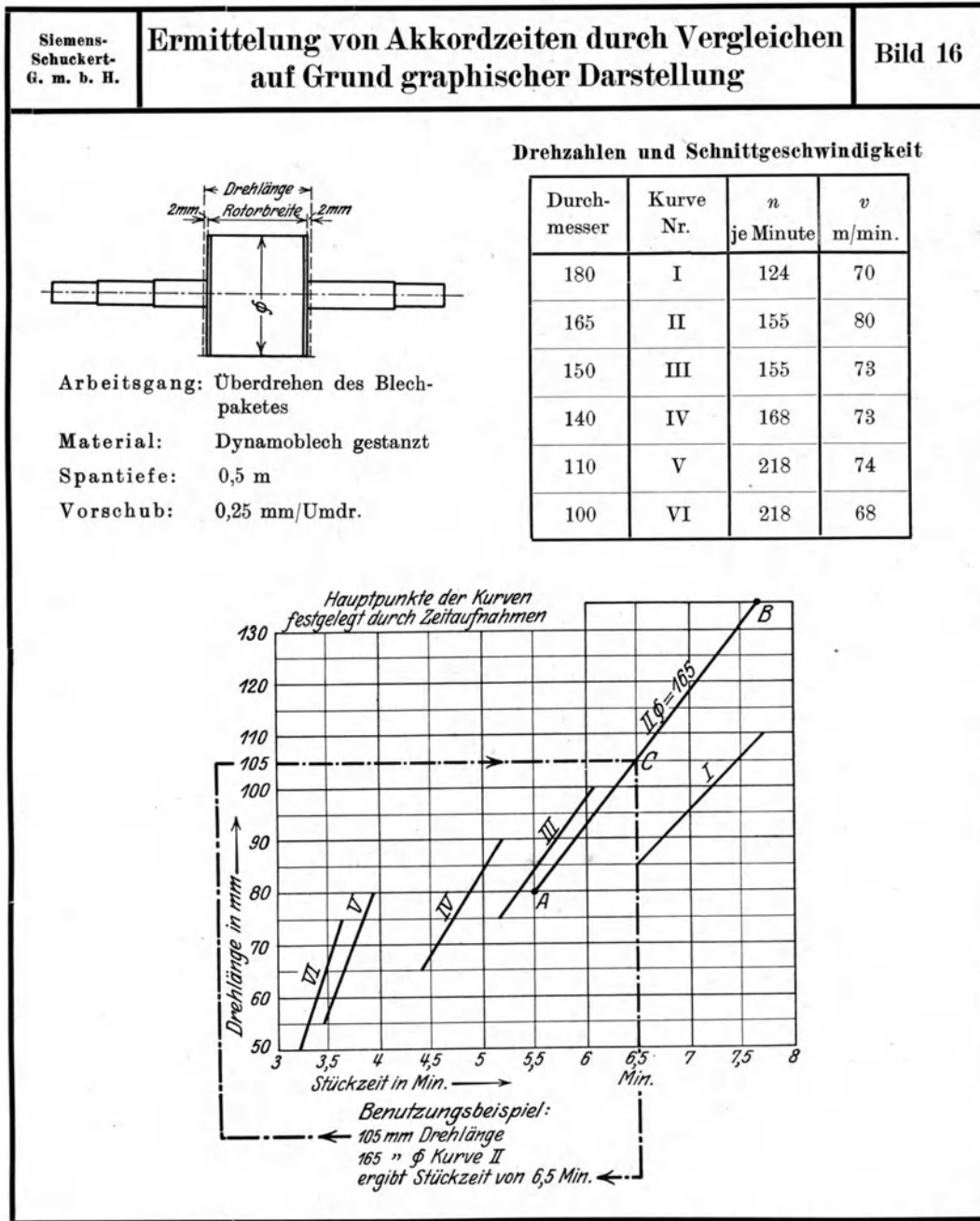
						1	2
<i>m</i>	<i>n</i>	<i>o</i>	<i>p</i>	<i>q</i>	<i>s</i>	berechnet Min.	durch Vergleich gebildet
30	26	28	200	28	28	17,2	—
32	28	30	220	30	30	—	18,5
35	30	32	250	32	32	—	21,0
38	32	35	280	34	34	23,4	—
42	34	38	310	38	38	—	28,5
48	35	45	350	44	44	—	33,0
55	36	52	400	52	52	41,4	—
62	40	60	450	60	60	—	55,0
70	45	65	520	65	65	70,6	—

Die unter 1 angeführten berechneten Zeiten und die unter 2 genannten durch Vergleich gefundenen Zeiten entsprechen den Zeiten t_{st} lt. Schema 2 und 3, enthalten also den Zuschlag t_m für Mehrverdienst nicht.

Errechnung der Wellen mit $m = 30 - 38 - 55 - 70$ mm \varnothing durch Schätzen lt. Bild 9

Welle mit \varnothing mm	<i>i</i> für Durch- messer drehen	<i>i</i> für Seiten- drehen	<i>L</i> für Durch- messer drehen	<i>L</i> für Seiten- drehen	Gesamt- länge <i>L_g</i>	Rech- nung von t_h	t_h	t_n		t_g	$\frac{t_v}{100} \cdot t_g$	t_{st}
								für Spannen	für An- stellen u. Messen			
30	4	8	$\frac{231}{+ 31}$ $+ 2 \cdot 31$ <hr/> 324	$4 \cdot \frac{30}{2}$ <hr/> 60	384	$\frac{32 \cdot 384}{2000}$	6,2	2 · 0,8 = 1,6	12 · 0,6 7,2	15	2,2	17,2
38	4	8	$\frac{317}{+ 37}$ $+ 2 \cdot 37$ <hr/> 428	$4 \cdot \frac{38}{2}$ <hr/> 76	504	$\frac{42 \cdot 504}{2000}$	10,4	2 · 0,8 = 1,6	12 · 0,7 8,4	20,4	3,0	23,4
55	5	8	$\frac{455}{+ 55}$ $+ 3 \cdot 55$ <hr/> 675	$4 \cdot \frac{55}{2}$ <hr/> 110	785	$\frac{60 \cdot 785}{2000}$	23,5	2 · 0,9 = 1,8	13 · 9 11,7	36	5,4	41,4
70	8	8	$\frac{588}{+ 2 \cdot 68}$ $+ 5 \cdot 68$ <hr/> 1064	$4 \cdot \frac{70}{2}$ <hr/> 140	1204	$\frac{76 \cdot 1204}{2000}$	45,2	2 · 0,9 = 1,8	16 · 0,9 14,4	61,4	9,2	70,6

Hegner	Ermittlung von Akkordzeiten durch Vergleichen auf Grund tabellarischer Aufstellung			Bild 15			
Arbeitsauftrag: Stelling nach untenstehender Skizze kaliberhaltig anfertigen.							
1. Arbeitsgang: $\varnothing D_{ll}$ nach Lehre drehen, Seite A schlichten, Rundung andrehen, Loch d vorbohren, von der Stange abstechen. 2. Arbeitsgang: Loch d fertig bohren und kaliberhaltig reiben, Seite B genau laufend zur Bohrung d schlichten.							
Material: Maschinenstahl von 50 bis 60 kg/mm ² Festigkeit.							
Werkzeug: Schnelldrehstähle, Reibahle aus Gußstahl.							
							
Die Zeitwerte sind die Zeiten t_{st} des Schemas 2 oder 3.							
S. Nr.	d mm	D mm	b mm	1. Arbeitsgang		2. Arbeitsgang	
				1. errechnet	2. durch Vergleich gebildet	1. errechnet	2. durch Vergleich gebildet
14 × 30	14	30	12	4,4 Min.		2,8 Min.	
15 × 32	15	32	12		4,5 Min.		3,1 Min.
16 × 34	16	34	12		4,6 "		3,3 "
18 × 35	18	35	13		4,7 "		3,6 "
20 × 38	20	38	13		5,0 "		3,9 "
22 × 40	22	40	14	5,5 Min.		4,2 Min.	
24 × 44	24	44	14		6,0 Min.		4,4 Min.
25 × 45	25	45	14		6,3 "		4,6 "
26 × 46	26	46	14		6,6 "		4,8 "
28 × 50	28	50	14		6,8 "		5,0 "
30 × 52	30	52	14		7,1 "		5,2 "
32 × 55	32	55	14		7,4 "		5,3 "
34 × 58	34	58	14	7,7 Min.		5,4 Min.	
35 × 60	35	60	15		8,1 Min.		5,7 Min.
36 × 62	36	62	15		8,3 "		6,0 "
38 × 65	38	65	15		8,8 "		6,3 "
40 × 65	40	65	15		9,0 "		6,6 "
42 × 68	42	68	15		9,3 "		7,0 "
44 × 72	44	72	16		9,7 "		7,5 "
45 × 75	45	75	16	10,3 Min.		8,0 Min.	



In Bild 16 sind Unterlagen zusammengestellt, die für das Überdrehen von Blechen für Rotorkörper Akkordzeiten durch graphische Darstellung ergeben. Die Bleche werden zu Paketen zusammengestellt und dann im Durchmesser gemeinsam überdreht. Solche Durchmesser kommen in der vorliegenden Fabrikation — das Beispiel stammt von den Siemens-Schuckert-Werken G. m. b. H., Elmowerk — in 6 Größen von 100 bis 180 ϕ vor, aber die Längen, in denen die Pakete zusammengestellt werden, sind verschieden. Um nun nicht jedesmal eine genaue Kalkulation aufmachen zu müssen, sind für jeden Durchmesser — z. B. 165 — die Zeiten für die kleinste und größte vorkommende Länge — nämlich 80 und 135 — durch Abstoppen in der Werkstatt genau festgestellt.

Die dazwischenliegenden Werte sind in graphischer Form in dem in Bild 16 gezeigten Liniennetz eingezeichnet, und zwar in der Weise, daß die Zeiten für die kleinste und für die größte Länge verbunden sind. Man findet nun die Zeit für das Drehen eines Paketes von solchen Blechen mit dem Durchmesser 165 und der Länge 105 wie folgt:

Von der Länge 105 auf der linken Skala geht man wagerecht nach rechts bis zum Schnittpunkt C der Geraden II. Auf dieser Geraden liegen alle Drehzeiten für das Drehen von Rotorblechen von 165 mm Durchmesser. Von dem Punkt C geht man vertikal abwärts bis zum Schnittpunkt mit der unteren Abszisse, die die Stückzeiten in Minuten einschließlich aller Zuschläge darstellt. Die Herstellungszeit würde in diesem Falle also 6,5 Minuten betragen. Die Zeiten sind die Zeiten t_{st} des Schema 2 oder 3, enthalten also keinen Zuschlag t_m .

C. Kalkulationsunterlagen auf Grund von Erfahrungswerten.

I. Grundsätze für die Bildung solcher Unterlagen.

Unter Erfahrungswerten sind solche Rechnungsunterlagen für die Kalkulation von Bearbeitungszeiten verstanden, die von erfahrenen Betriebsleuten ohne wissenschaftliche Untersuchungen zusammengestellt werden. Die Kalkulation mit solchen Unterlagen ist wohl heutzutage noch die verbreitetste. Sie führt auf dem Gebiete der Einzelfertigung und der kleinen Reihenfertigung stets dann zu vertretbaren Resultaten, wenn diese Erfahrungswerte systematisch aufgebaut und vor allem zwangsläufig benutzt werden.

Der Vorteil der Schaffung von Kalkulationsunterlagen auf Grund von Erfahrungswerten liegt darin, daß solche Unterlagen verhältnismäßig schnell zusammengestellt werden können; sie benötigen keine kostspieligen und langwierigen Untersuchungen und bringen, falls sie entsprechend ausgebaut sind, eine gewisse Gesetzmäßigkeit und eine gewisse Zwangsläufigkeit in die Rechnung der Vorkalkulation. Denn dadurch, daß ihre Benutzung für alle vorkommenden Rechnungen für den Kalkulator verbindlich gemacht wird, stellen sie alle Kalkulationsrechnungen auf die gleiche Basis und ergeben Resultate, die für die gleichen Arbeitsvorgänge bei verschiedenen Werkstücken mit denselben Elementen berechnet sind. Sicher sind solche aus Erfahrungen systematisch aufgebauten Unterlagen besser, als wenn jeder Kalkulator selbst von Fall zu Fall nach Gutdünken für den gerade vorliegenden Bearbeitungsfall sich seine Berechnungsgrundlage bildet.

Die Schaffung solcher Erfahrungsunterlagen geschieht in der Weise, daß für das in Frage kommende Bearbeitungsgebiet alle diejenigen Bedingungen systematisch zusammengestellt werden, die die Bearbeitungszeit irgendwie beeinflussen. Die Werte resp. Zeiten für die zunächst nur der Benennung nach zusammengestellten Bedingungen werden in der Art gefunden, daß man erfahrene Betriebsleute zusammenbringt und aus ihren Erfahrungen die benötigten Zahlen als Durchschnittswerte bildet. Dadurch, daß dieses Eintragen der Werte in ein systematisch aufgebautes Schema erfolgt, erhalten sie in bezug auf ihre Größe eine gewisse Gesetzmäßigkeit. Nach Fertigstellung der Unterlagen empfiehlt es sich, einzelne dieser Werte durch Messen mit der Stoppuhr in der Werkstatt zu überprüfen, um gar zu grobe Fehlwerte von vornherein ausmerzen zu können.

Im folgenden seien zunächst für das Fabrikationsgebiet einer Dreherei nach dem eben geschilderten Verfahren Erfahrungswerte zusammengestellt. Es sei jedoch nochmals darauf hingewiesen, daß sie nur Geltung haben können für Einzel- und kleine Reihenfertigung, also dort, wo die solchen Rechnungsgrößen anhaftenden Fehler nicht zu sehr durch Multiplikation mit der Stückzahl vergrößert werden. Die Erfahrungswerte stellen ein Mittel dar, um schnell und ohne umfangreichen Untersuchungsapparat zunächst einmal für die Kalkulation Rechnungsunterlagen zu schaffen, die wenigstens Anspruch auf einen systematischen Aufbau in sich tragen. Sie können gewissermaßen als die Pioniere gelten für die Einführung in eine gewissenhafte Vorkalkulation, als Anfang für einen Aufbau der Vorkalkulation auf betriebswissenschaftlicher Basis.

II. Zusammenstellung der die Herstellungszeit beeinflussenden Bedingungen.

Die in den Tafeln 2, 3 und 4 geschilderte Aufteilung der Arbeit gibt schon äußerlich ein Bild, welche Zeiten von dem Kalkulator zu errechnen sind, für welche er also Unterlagen zu bilden hat. Es war bereits beim Schätzen darauf hingewiesen, daß man sich für den Aufbau solcher Unterlagen und für ihre Benutzung zur Rechnung von Beispielen für einen von diesen drei Wegen entscheiden muß. Wir wollen für die vorliegende Aufgabe — die Schaffung von Kalkulationsunterlagen in der Dreherei — folgende Annahmen machen:

1. Die tariflich festgelegte Akkordbasis beträgt 0,48 M. je Stunde.
2. Der eingearbeitete Akkordarbeiter soll auf Grund tariflicher Bestimmungen einen Mehrverdienst von 20 % über die Akkordbasis erreichen. Dieser Mehrverdienst t_m wird nach Schema 3 auf Grund der Erwägungen auf S. 26 am Schluß der genauen Zeitberechnung zugeschlagen, während die Berechnungsunterlagen für t_h und t_n die genauen Zeiten ohne Zuschlag für t_v und t_m enthalten.
3. Die Verlustzeit t_v für persönliche und sachliche Verluste zusammengenommen soll auf Grund einer tariflichen Regelung 15 % betragen, sie wird am Schluß der Berechnung von t_g zugeschlagen.

Rechnungsunterlagen sind nun zu bilden für folgende Zeiten:

- a) Werte für das Einrichten t_{ee} .
- b) und c) Werte für die Grundzeit t_g und zwar:
 - für die Hauptzeit t_h (Maschinenzeit),
 - für die Nebenzeit t_n (Handzeit).

a) Abhängigkeit der Einrichtezeit t_{ee} .

Die Einrichtezeit setzt sich aus folgenden bei allen Werkstücken wiederkehrenden Arbeitsstufen zusammen:

1. Werkzeug besorgen und ans Lager zurückgeben.
2. Maschine herrichten einschl. Spanneinrichtung für das Werkstück.
3. Werkzeug schärfen.
4. Werkzeug einspannen.
5. Werkzeug einstellen.
6. Schnitt probieren.
7. Maschinen und Werkzeuge abrüsten.

b) Abhängigkeit der Hauptzeit t_h .

Die Gliederung der für die Hauptzeit nötigen Unterlagen ergibt sich aus der Formel für die Berechnung der Hauptzeit, nämlich

$$t_h = \frac{D_a \cdot \pi \cdot L \cdot i}{v \cdot s}.$$

Diese einzelnen Größen, deren Bedeutung wir vom Schätzen her kennen und aus Seite 27 entnommen haben, werden beeinflußt durch folgende Bedingungen:

D_a hängt ab von der Zugabe Z_{da} .

L hängt ab von der Zugabe Z_l , dem Andrehweg A_l und dem Überlauf U_l (Bild 8).

v wird beeinflußt durch das Werkstück, und zwar

1. durch dessen Werkstoff; er ist ausschlaggebend für die Wahl der Schnittgeschwindigkeit; diese wird z. B. bei der Bearbeitung eines Werkstückes aus härterem Material kleiner als bei der Bearbeitung eines Werkstückes aus weichem Material;
2. durch den Gütegrad der zu erledigenden Fertigung, denn kleinere Schlichtspäne können mit größerer Geschwindigkeit abgedreht werden, als große Schruppspäne;

3. durch die Menge des abzuhebenden Materials; denn je größer der abzuhebende Spanquerschnitt ist, um so größer ist die Erwärmung am Stahl, um so geringer muß die Schnittgeschwindigkeit sein;

4. durch die Form des Werkstückes, besonders durch das Verhältnis des Durchmessers zur Länge; z. B. verlangen besonders lange Werkstücke die Unterstützung durch Lünette und dürfen deshalb mit nicht so hoher Schnittgeschwindigkeit gedreht werden, wie Werkstücke, die nur zwischen Spitzen geführt werden;

durch das Schneidwerkzeug, und zwar

5. durch dessen Werkstoff. Man wird also besondere Schnittgeschwindigkeiten festlegen müssen für die Verwendung von Gußstahl-, Schnellschnittstahl- und von Stellite-Werkzeugen;

6. durch die Form des Schneidwerkzeuges. Dieser Bedingung muß durch Normalisierung der Schneidform Rechnung getragen werden;

durch die benutzte Maschine, und zwar

7. besonders durch die Verwendung von Kühlmitteln. Bei ihrer Benutzung können die Schnittgeschwindigkeiten erheblich höher gesetzt werden.

s wird beeinflußt durch das Werkstück, und zwar

1. durch dessen Werkstoff. Für die Bearbeitung harten Materials muß man geringere Vorschübe einsetzen;

2. durch den Gütegrad der zu erledigenden Fertigung, ausgedrückt in der Benennung des Arbeitsvorganges, wie schrappen, drehen zum Schleifen usw., denn für Schlichtspäne muß der Kalkulator geringere Vorschübe einsetzen als für Schrappspäne. Selbst die verschiedenen Arten des Schlichtens sind in bezug auf die zu wählenden Vorschübe abzustufen;

3. durch die Menge des abzuhebenden Materials, ausgedrückt in der Spantiefe; größere Spananstellungen verlangen kleinere Vorschübe;

4. von der Form des Werkstückes, denn wenn das Stück im Verhältnis zum Durchmesser besonders lang und daher nicht mehr stabil ist, müssen bei gleichen Spanabnahmen kleinere Vorschübe eingesetzt werden;

5. durch den Durchmesser des Werkstückes. Besonders dünne Werkstücke können nur mit kleinem Vorschub abgedreht werden;

durch das Werkzeug, und zwar

6. durch dessen Werkstoff; denn man kann z. B. einem Werkzeug aus Gußstahl das Abdrehen größerer Querschnitte zumuten, als einem Werkzeug aus Stellite; das letztere bröckelt aus;

7. durch die Form, die das Schneidwerkzeug hat, denn die Vorschübe können ganz verschieden hoch gewählt sein, je nachdem z. B. eine Schlichtoperation mit einem spitzen oder breiten Stahl vorgenommen wird; auch beim Schrappen kann eine richtig gebildete Stahlschneide größere Vorschübe aushalten;

durch die benutzte Maschine, und zwar

8. durch die Leistung der Maschine, denn die gleiche Spantiefe kann an einer stärkeren Maschine mit viel größerem Vorschub erzielt werden, als an einer schwachen;

9. durch die Kühlung; durch ihre Verwendung kann der Vorschub vergrößert werden.

i wird beeinflußt durch das Werkstück, und zwar

1. durch dessen Werkstoff, für härteres Material braucht man bei gleicher Materialabnahme mehr Späne als für weiches;

2. von dem Gütegrad der zu erledigenden Fertigung, ausgedrückt durch die Benennung des Arbeitsvorganges wie schrappen, drehen zum Schleifen, ausbohren, drehen nach Lehre; für das Drehen nach Lehre sind mehr Späne zu berücksichtigen als für das Schrappen bei gleicher Materialabnahme;

3. durch die Menge des abzunehmenden Materials, ausgedrückt in der Spantiefe; große Materialabnahme bedingt mehr Späne:

4. durch die Form des Werkstückes: bei gleicher Materialabnahme muß man für lange und dünne Werkstücke mehr Späne berücksichtigen als für kurze mit großem Durchmesser;

5. durch den Durchmesser des Werkstückes: ein Werkstück mit kleinem Durchmesser verlangt für gleiche Materialabnahme mehr Späne als ein stabiles mit großem Durchmesser;

durch das Schneidewerkzeug, und zwar

6. durch dessen Werkstoff: man gebraucht für gleiche Materialabnahme mit einem Werkzeug aus Schnellstahl weniger Späne als mit einem solchen aus Stellite, denn mit ersterem kann man gröbere Spanquerschnitte abdrehen;

7. durch dessen Form: ein Drehstahl mit richtiger Form braucht für gleiche Materialabnahme weniger einzelne Späne als ein solcher mit falscher Schneide;

durch die benutzte Maschine, und zwar

8. durch die Leistung: eine starke Maschine braucht für gleiche Materialabnahme weniger einzelne Späne als eine schwache, vorausgesetzt, daß das Werkstück selbst stabil genug ist;

9. durch die Kühlung: ist Kühlung beim Drehen vorhanden, kann man größere Späne nehmen, man braucht für die gleiche Materialabnahme also weniger Späne.

Mannigfach miteinander verknüpft sind also die Bedingungen, die die in den Unterlagen zusammenzuführenden Richtwerte für die Hauptzeit (Maschinenzeit) beeinflussen. Diese Hauptzeit hängt außer von den Dimensionen des zu bearbeitenden Werkstückes vor allem von der Schnittgeschwindigkeit und dem Vorschub ab. Wir werden also Richtwerte für Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe schaffen müssen

1. für die verschiedenen Werkstoffe (Gußstahl, Maschinenstahl, Gußeisen, Temperguß, Bronze).

2. Die Richtwerte für einen Werkstoff sind zu unterteilen nach den verschiedenen Bearbeitungsvorgängen des Schruppens, Schlichtens, Gewindeschneidens usw.

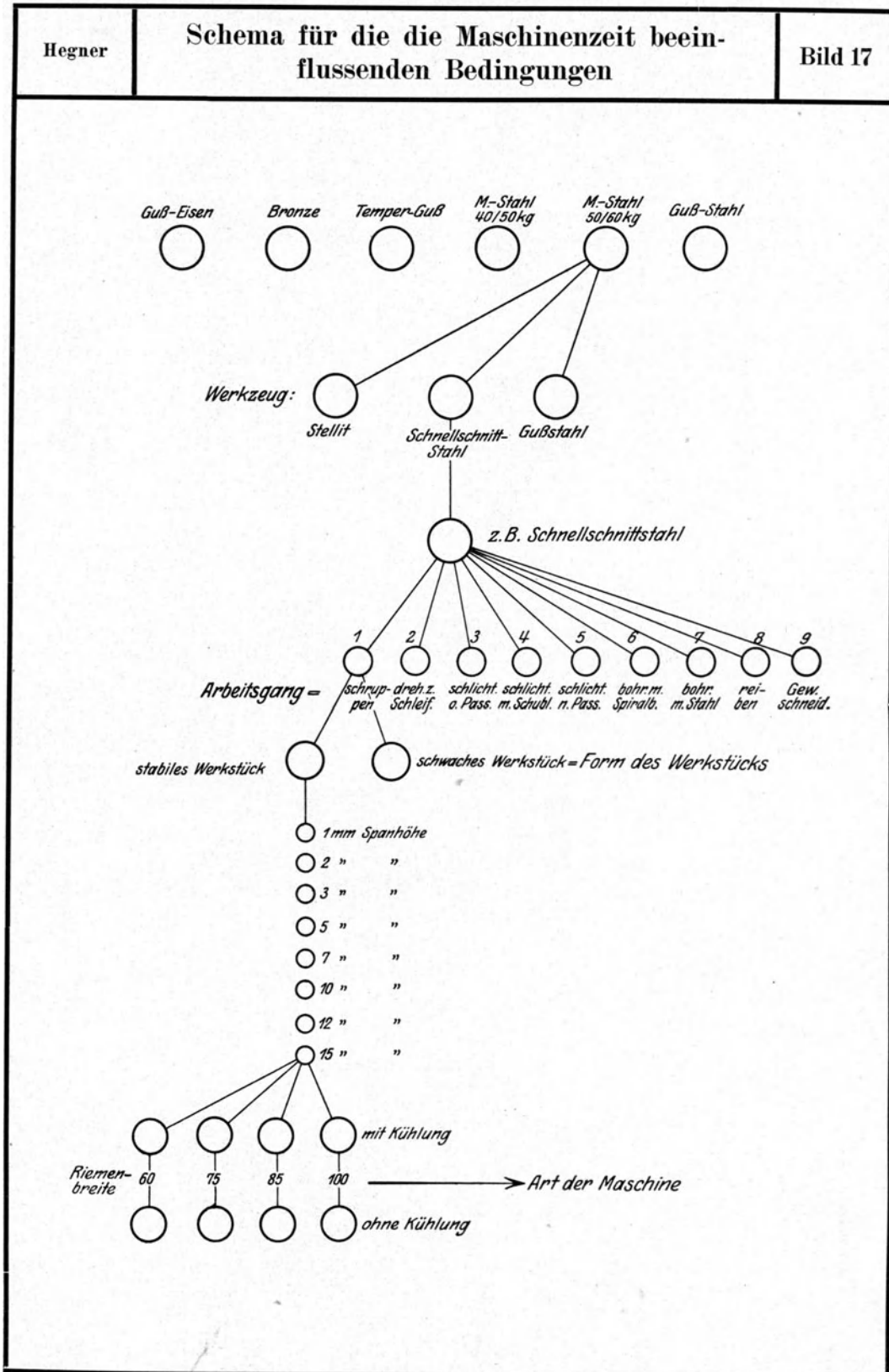
3. für die Bearbeitungsvorgänge sind wieder zu bilden Richtwerte, die auf die verschiedene Widerstandsfähigkeit der Werkstücke Rücksicht nehmen. Wenigstens für die Bemessung der Schruppspane muß man unterscheiden zwischen Werten für stabile und schwache Werkstücke; damit ist dann wenigstens eine grobe Einteilung der Werkstücke gegeben.

4. Weiter müssen die Richtwerte für die Bearbeitungsvorgänge unterteilt werden in Spanhöhen, denn die Spanhöhe ist der Ausgangspunkt für die Rechnung des Kalkulators. Er findet sie, wenn er die Bearbeitungszugabe mit dem lt. Zeichnung durch die Bearbeitung zu erzielenden Maß vergleicht.

5. Wenigstens für den Bearbeitungsvorgang des Schruppens sind die Richtwerte für Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe für diese Spanhöhe zu differenzieren nach der Leistung der für die Arbeit benutzten Maschine. Wir werden später unter Abschnitt E sehen, wie man die Leistungsfähigkeit der Maschine genau berechnen kann. Für die hier vorliegende Aufgabe der Bildung von Kalkulationsunterlagen auf Grund von Erfahrungswerten genügt eine Zusammenfassung ähnlicher Maschinen zu Gruppen nach den Riemenbreiten.

6. Zuletzt sind die für die verschiedenen Bearbeitungsvorgänge gefundenen Richtwerte noch zu teilen, je nachdem das Drehen mit oder ohne Kühlmittel erfolgt. Meist läßt sich das Verhältnis zwischen Werten für das Drehen mit und ohne Kühlung durch einen Prozentsatz ausdrücken.

In dem Bild 17 sind die Bedingungen für die Bemessung der Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe in schematischer Form dargestellt für Drehvorgänge bei Werkstücken aus Maschinenstahl von 50—60 kg Festigkeit; die gleiche Aufteilung gilt für die



anderen im Schema aufgeführten Werkstoffe. Die ganze Anordnung, die eine Richtlinie für den Aufbau der Tabellen mit den Erfahrungswerten geben soll, gilt natürlich mit sinngemäßer Änderung auch für andere Bearbeitungsvorgänge als Drehen.

c) Abhängigkeit der Nebenzeit t_n .

Die Gliederung, die man dem Aufbau von Kalkulationsunterlagen für Nebenzeiten zugrunde legt, ist folgende:

1. Zeiten für das Spannen des Werkstückes,
2. Zeiten für das Anstellen des Schneidwerkzeuges,
3. Zeiten für das Messen des Arbeitsvorganges.

Die Größe der Zeiten für jede der drei genannten Griffgruppen wird beeinflusst durch folgende Bedingungen:

1. Beim Spannen

durch die Art des Spannwerkzeuges,
 durch die Größe des Spannwerkzeuges,
 durch die Länge des Weges zum Einspannen,
 durch das Gewicht des Werkstückes,
 durch die Genauigkeit beim Einspannen.

2. Beim Anstellen des Schneidwerkzeuges

durch den Gütegrad der zu erreichenden Fertigung, sie gliedern sich deshalb in Anstellzeiten des Stahles für das Schruppen,
 Anstellzeiten des Stahles für das Drehen zum Schleifen,
 Anstellzeiten für das Schlichten, ohne Einhaltung eines genauen Maßes,
 Anstellzeiten für das Schlichten nach Schublehre,
 Anstellzeiten für das Schlichten nach Passung,
 Anstellzeiten für das Bohren mit Spiralbohrer,
 Anstellzeiten für das Bohren eines Loches mit Bohrstahl,
 Anstellzeiten für das Gewindeschneiden mit Stahl;

durch die benutzte Maschine:

Jeder der genannten Griffe wird wieder verschiedene Zeit in Anspruch nehmen und deshalb mit verschieden hohen Werten zu bemessen sein, wenn er an verschieden großen Maschinen ausgeführt wird. Denn je größer die Maschine ist, um so mehr Zeit werden an sich gleiche Bewegungen der Supporte — nötig zum Anstellen eines Spanes — beanspruchen;

durch die Hilfsmittel beim Anstellen des Stahles:

Es ergibt verschieden hohe Zeiten, wenn das Anstellen des Stahles auf das gewünschte Maß durch probeweises Anstellen von mehreren Schnitten unter Zuhilfenahme eines Meßwerkzeuges, oder durch einstellbare Anschläge, oder unter Zuhilfenahme von Skalen mit Feineinstellung geschieht;

durch die Länge des Werkstückes:

denn das Zurückkurbeln des Supportes nach erfolgtem Abdrehen des ersten Spanes zu dem Zweck, um einen weiteren anzustellen, wird bei langen Werkstücken auch länger dauern;

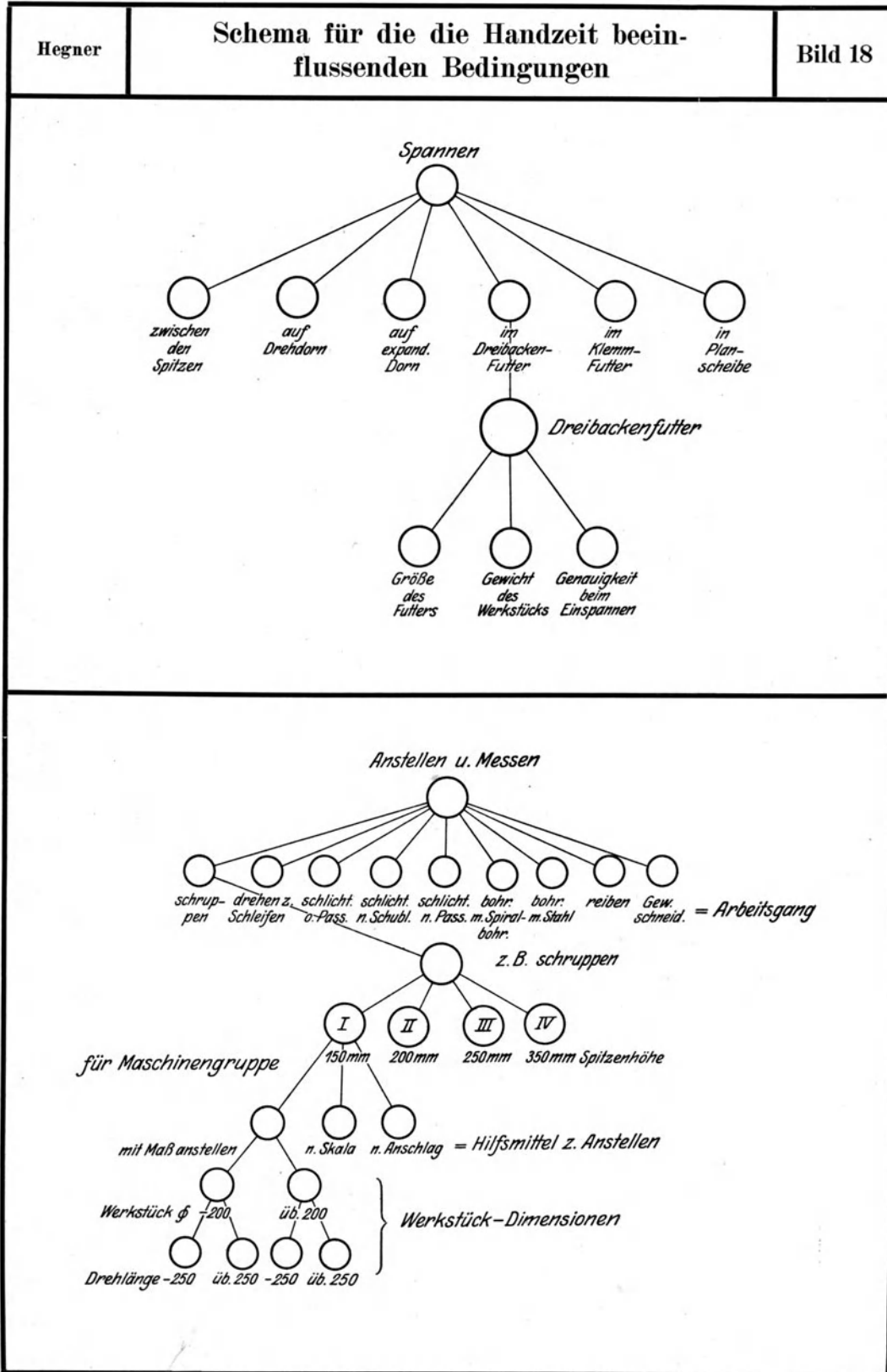
durch die Anzahl der abzunehmenden Späne:

denn wenn z.B. für das Drehen nach Passung mehrere Späne vorgesehen sind, sind natürlich die Anstellzeiten auch mehrere Male in der Kalkulation zu berücksichtigen.

3. beim Messen

durch den durch den Arbeitsvorgang bestimmten Genauigkeitsgrad:

Es leuchtet ein, daß für das Nachmessen eines Schrupperpanes geringere Zeit benötigt wird, als für das Messen eines Schlichtspanes;



durch die Größe des Werkstückes:

denn das Messen größerer Werkstücke bedingt größere Meßwerkzeuge, mit denen eine Messung mehr Zeit in Anspruch nimmt als eine solche mit kleineren handlichen Meßwerkzeugen;

durch die Art des zu verwendenden Meßwerkzeuges:

also ob das Messen vor sich geht mit Schublehre, mit Schraube oder Toleranzlehre;

durch die Anzahl der abzuhebenden Späne für den gleichen Arbeitsgang:

wenn z. B. zwei Schrappspäne an dem gleichen Durchmesser abgenommen werden, so braucht die Meßzeit für den ersten Span nicht so hoch zu sein wie die für den zweiten, denn der erste Span verlangt nur ein rohes Nachmessen, der zweite ein genaueres.

Die Tabellen, die die Unterlagen für die Nebenzeiten enthalten, sind also zu unterteilen nach den drei genannten Hauptgruppen, nach Zeiten für Spannen, für Anstellen des Spanes und Messen nach dem Abdrehen des Spanes. Da zu jedem Stahlanstellen auch ein Messen gehört, kann man die beiden Gruppen zusammenfassen. Die weitere Gliederung richtet sich nach den auf Seite 43 aufgezählten Bedingungen. Ihre schematische Darstellung in Bild 18 gibt eine bildliche Richtlinie über die Ausgestaltung der zum Gebrauch in der Kalkulation zu schaffenden Unterlagen für die Nebenzeiten.

III. Entwicklung von Kalkulationsunterlagen für das Einrichten in der Dreherei.

Im folgenden sei nun auf Grund der in Abschnitt CIIa zusammengestellten Bedingungen die Bildung von Unterlagen für den Gebrauch in der Kalkulation durchgeführt.

a) Grundtabelle.

Tabelle 19 zeigt die Entwicklung der Zeiten für das Einrichten in der Dreherei. Nach Seite 39 sind die Einrichtevorgänge einzuteilen in

Werkzeug besorgen und wieder abgeben,
 Maschine herrichten und abrüsten,
 Werkzeug schärfen,
 Werkzeug einspannen,
 Werkzeug roh auf Mitte einstellen.

Diese Arbeitsstufen sind in der in Bild 19 oben gezeigten Art in Griffe unterteilt und für jeden der genannten Griffe auf Grund von Betriebserfahrungen Zeiten eingesetzt. Mit diesen Zeiten könnte man nun für jeden einzelnen Fall das Einrichten in der Weise errechnen, daß man alle Griffe feststellt, die für die betreffende Einrichtearbeit in Frage kommen und dann die dazugehörigen Zeiten addiert. Dies ist in Bild 20 für das Drehen eines Rades auf dem Dorn beispielsweise durchgeführt. Man sieht an dem Beispiel, daß dieser Weg kaum für die normale Rechnung in der Kalkulation in Frage kommen kann, denn die Rechnung würde viel zu umständlich sein und zu viel Zeit erfordern. Es sind deshalb aus diesen Grundzeiten für das Einrichten in Tabelle 19 unten diejenigen Griffgruppen zusammengefaßt, die regelmäßig beim Einrichten von Arbeitsvorgängen in der Dreherei wiederkehren.

b) Gebrauchstabelle.

Das Einrichten in der Dreherei besteht, wie es bereits in Beispiel 20 gezeigt ist, aus denjenigen Zeiten, die bedingt sind durch die Art, in der das Werkstück gespannt wird, und aus denjenigen Zeiten, die bedingt sind durch die Art der zu erledigenden Arbeitsstufen. Denn der Mann muß seine Maschine zunächst einmal mit den zum Spannen notwendigen Werkzeugen versehen und dann die zur Ausführung der Arbeit notwendigen Meß- und Schneidwerkzeuge besorgen und einspannen. Die dazu nötigen

Ludw. Loewe
& Co. A.-G.

Ermittlung von Akkordzeiten durch Erfahrungswerte

Bild 19

Grundzeiten für das Einrichten in der Dreherei.

Die Zeiten enthalten keinen Zuschlag für t_v oder t_m

Werkzeuge besorgen		Maschine herrichten		Werkzeug schärfen*)		Werkzeug einspannen		Werkzeug roh a. Mitte stellen		
a	Min.	b	Min.	c	Min.	d	Min.	e	Min.	
1	Zeichnung und Akkordschein besorgen	1,7	1	für Spitzenarbeit	1	1	1	1	Schruppstahl einstellen	0,3
2	Zeichnung lesen	1	2	für Spitze auf laufend kontrollieren	1	2	2	2	Schlichtstahl einstellen	0,3
3	Gang nach d. Werkzeuglager	2,5	3	für Dornarbeit	1	3	3	3	Stahl zum Außengewindeschneiden einstellen	1,5
4	Ausgabezeit f. jedes normale Werkzeug	0,5	4	für Dorn auf laufend kontrollieren	1,5	4	4	4	Stahl zum Innengewindeschneiden einstellen	1,5
5			5	Dreibackenfutter-Arbeit	2					
6			6	Klemmfutterarbeit	2,5					
7			7	Planscheibe mit Kloben für Masch. ca. 250 Spitzenhöhe, hierbei ist der Zeitaufwand für den Transport vom Lager berücksichtigt	7					
8			8	feststehende Lünette	3,5					

*) Die Stähle werden vorgeschliffen vom Lager bezogen.

Gebrauchstabelle für die Ermittlung der Einrichtezeit in der Dreherei

A. Einrichtezeit, abhängig vom Spannen			Einzelzeit	Sa.	B. Einrichtezeit, abhängig v. Arbeitsvorgang			Einzelzeit	Sa.
1. Spitzenarbeit, gewöhnlich, Pos. 1 a, 2 a, 3 a Maschine herrichten, Pos. 1 b 1 Drehherz besorgen, Pos. 4 a			5,2 1 0,5	6,7	1. für den 1. Durchmesser schrappen 1 Lehre für den \varnothing , Pos. 4 a 1 Schruppstahl schleifen, Pos. 1 c 1 Schruppstahl einspannen u. anstellen, Pos. 1 d e			0,5 1,0 0,5	2
2. Spitzenarbeit, genau laufend wie A 1 Spitze kontrollieren, Pos. 2 b			6,7 1	7,7	2. für den 1. Durchmesser schrappen u. schlichten wie B. 1 1 Schlichtstahl schleifen, Pos. 2 c 1 Schlichtstahl einspannen u. anstellen, Pos. 2 d e			2 1,5 0,5	4
3. Dornarbeit, gewöhnlich, Pos. 1 a, 2 a, 3 a Maschine herrichten, Pos. 1 b Dorn und Drehherz besorgen, 2 \times Pos. 4 a			5,2 1 1	7,2	3. für 2 Endflächen hochziehen 1 Lehre für die Länge, Pos. 4 a 1 Seitenstahl schleifen, Pos. 2 c 1 Seitenstahl einspannen und anstellen, Pos. 2 d e			0,5 1,5 0,5	2,5
4. Dornarbeit, genau laufend wie A 3 Dorn kontrollieren (Fühlhebel), Pos. 4 b Spitze kontrollieren, Pos. 2 b			7,2 1,5 1	9,7	4. für den 1. Ansatz m. Einstich drehen od. Rundung 1 Lehre für den \varnothing , Pos. 4 a 1 Endmaß, Pos. 4 a 1 Einstechstahl schleifen, Pos. 2 c 1 Einstechstahl einspannen u. anstellen, Pos. 2 d e			0,5 0,5 1,5 0,5	3
5. Dreibackenfutterarbeit, Pos. 1 a, 2 a, 3 a Maschine herrichten, Pos. 5 b Futter besorgen, Pos. 4 a			5,2 2 0,5	7,7	5. für jeden weiteren Ansatz 1 Lehre für den Durchmesser, Pos. 4 a 1 Endmaß, Pos. 4 a			0,5 0,5	1
6. Klemmfutterarbeit, Pos. 1 a, 2 a, 3 a Maschine herrichten, Pos. 6 b Futter besorgen, Pos. 4 a			5,2 2,5 0,5	8,2	6. Konus einrichten Reistock od. Support } + Laufzeit für mit Konus-Apparat } Schnittproben			2 10	
7. Planscheibenarbeit, m. Kloben anstellen, Pos. 1 a, 2 a, 3 a. Planscheibe ausgeben, Pos. 4 a Maschine herrichten Pos. 7 b			5,2 0,5 7	12,7					

Hegner	Berechnung der Einrichtezeit auf Grund der Erfahrungswerte von Tabelle 19	Bild 20																								
	<p>Arbeitsgang: Durchmesser und beide Seiten schrappen und schlichten an dem nebenstehend skizzierten Rad.</p> <p>Material: Gußeisen.</p> <p>Werkzeug: Schnelldrehstahl.</p> <p>Annahmen: Die Bohrung des Rades ist kaliberhaltig vorgebohrt, das Rad soll auf einem Drehdorn an den Flächen 1, 2 und 3 geschruppt und geschlichtet werden.</p>																									
<p>Berechnen der Einrichtezeit t_{ee} aus den Grundzeiten von Tabelle 19.</p>																										
<p>a) Für das Einrichten des Spannvorganges:</p>																										
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">Zeichnung und Akkordschein besorgen . . . lt. Pos. 1 a = 1,7 Min.</td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td>Zeichnung lesen " " 2 a = 1 "</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gang nach dem Werkzeuglager u. Wartezeit " " 3 a = 2,5 "</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Dorn aus Werkzeuglager entnehmen . . . " " 4 a = 0,5 "</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Drehherz aus " " . . . " " 4 a = 0,5 "</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Maschine für Dornarbeit herrichten . . . " " 3 b = 1 "</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right; border-top: 1px solid black;">Sa.</td> <td style="text-align: right; border-top: 1px solid black;">7,2 Min.</td> </tr> </table>			Zeichnung und Akkordschein besorgen . . . lt. Pos. 1 a = 1,7 Min.		Zeichnung lesen " " 2 a = 1 "		Gang nach dem Werkzeuglager u. Wartezeit " " 3 a = 2,5 "		Dorn aus Werkzeuglager entnehmen . . . " " 4 a = 0,5 "		Drehherz aus " " . . . " " 4 a = 0,5 "		Maschine für Dornarbeit herrichten . . . " " 3 b = 1 "		Sa.	7,2 Min.										
Zeichnung und Akkordschein besorgen . . . lt. Pos. 1 a = 1,7 Min.																										
Zeichnung lesen " " 2 a = 1 "																										
Gang nach dem Werkzeuglager u. Wartezeit " " 3 a = 2,5 "																										
Dorn aus Werkzeuglager entnehmen . . . " " 4 a = 0,5 "																										
Drehherz aus " " . . . " " 4 a = 0,5 "																										
Maschine für Dornarbeit herrichten . . . " " 3 b = 1 "																										
Sa.	7,2 Min.																									
<p>b) Für das Einrichten des Drehvorganges:</p>																										
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">Für den Durchmesser eine Lehre besorgen lt. Pos. 4 a = 0,5 Min.</td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td>Schruppstahl schleifen " " 1 c = 1 "</td> <td></td> </tr> <tr> <td> " einspannen " " 1 d = 0,2 "</td> <td></td> </tr> <tr> <td> " einstellen " " 1 e = 0,3 "</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Schlichtstahl schleifen " " 2 c = 1,5 "</td> <td></td> </tr> <tr> <td> " einspannen " " 2 d = 0,2 "</td> <td></td> </tr> <tr> <td> " einstellen " " 2 e = 0,3 "</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right; border-top: 1px solid black;">Sa.</td> <td style="text-align: right; border-top: 1px solid black;">4 Min.</td> </tr> </table>			Für den Durchmesser eine Lehre besorgen lt. Pos. 4 a = 0,5 Min.		Schruppstahl schleifen " " 1 c = 1 "		" einspannen " " 1 d = 0,2 "		" einstellen " " 1 e = 0,3 "		Schlichtstahl schleifen " " 2 c = 1,5 "		" einspannen " " 2 d = 0,2 "		" einstellen " " 2 e = 0,3 "		Sa.	4 Min.								
Für den Durchmesser eine Lehre besorgen lt. Pos. 4 a = 0,5 Min.																										
Schruppstahl schleifen " " 1 c = 1 "																										
" einspannen " " 1 d = 0,2 "																										
" einstellen " " 1 e = 0,3 "																										
Schlichtstahl schleifen " " 2 c = 1,5 "																										
" einspannen " " 2 d = 0,2 "																										
" einstellen " " 2 e = 0,3 "																										
Sa.	4 Min.																									
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">Für die Seiten drehen eine Lehre besorgen lt. Pos. 4 a = 0,5 Min.</td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td>Seitenstahl für beide Seiten schleifen . " " 2 c = 1,5 "</td> <td></td> </tr> <tr> <td> " einspannen und einstellen . " " 2 d u. 2 e = 0,5 "</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right; border-top: 1px solid black;"></td> <td style="text-align: right; border-top: 1px solid black;">2,5 Min.</td> </tr> </table>			Für die Seiten drehen eine Lehre besorgen lt. Pos. 4 a = 0,5 Min.		Seitenstahl für beide Seiten schleifen . " " 2 c = 1,5 "		" einspannen und einstellen . " " 2 d u. 2 e = 0,5 "			2,5 Min.																
Für die Seiten drehen eine Lehre besorgen lt. Pos. 4 a = 0,5 Min.																										
Seitenstahl für beide Seiten schleifen . " " 2 c = 1,5 "																										
" einspannen und einstellen . " " 2 d u. 2 e = 0,5 "																										
	2,5 Min.																									
<table style="width: 50%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Sa. t_{ee}</td> <td style="width: 10%;">=</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: right;">13,7 Min.</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>$t_v = \frac{15}{100} \cdot t_{ee}$</td> <td>=</td> <td></td> <td style="text-align: right;">2 "</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>t_e</td> <td>=</td> <td></td> <td style="text-align: right;">16,7 Min.</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>$t_{em} = 1,2 \cdot t_e$</td> <td>=</td> <td></td> <td style="text-align: right;">17,5 Min.</td> </tr> </table>			Sa. t_{ee}	=				13,7 Min.			$t_v = \frac{15}{100} \cdot t_{ee}$	=		2 "			t_e	=		16,7 Min.			$t_{em} = 1,2 \cdot t_e$	=		17,5 Min.
Sa. t_{ee}	=				13,7 Min.																					
		$t_v = \frac{15}{100} \cdot t_{ee}$	=		2 "																					
		t_e	=		16,7 Min.																					
		$t_{em} = 1,2 \cdot t_e$	=		17,5 Min.																					

Griffe sind in den beim Einrichten üblichen Vorkommen zu Griffgruppen zusammengesetzt, aus denen man ohne schriftliche Rechnung die Einrichtezeit für jeden Arbeitsvorgang zusammenstellen kann. Für das in Bild 20 gezeichnete Rad ergibt sich folgende Rechnung für die Einrichtezeit unter Benutzung der in Bild 19 unten gezeigten „Gebrauchstabelle“:

1. das Spannen betreffend (Dornarbeit)	lt. Pos. A 3 = 7,2 Min.
2. für den Durchmesser schrappen und schlichten	lt. Pos. B 2 = 4 „
3. für die Seiten drehen	lt. Pos. B 3 = 2,5 „
	= Sa. 13,7 Min.
	$t_v = \frac{15}{100} \cdot t_{ee}$
	= 2 „
	t_e
	= Sa. 15,7 Min.

Das Einrichten der in Bild 14 gezeigten Welle würde wie folgt berechnet werden:

1. für das Spannen	lt. Pos. A 1 = 6,7 Min.
2. für Durchmesser schrappen	lt. Pos. B 1 = 2 „
3. für 2 Endflächen hochziehen	lt. Pos. B 3 = 2,5 „
4. für den 1. Ansatz drehen	lt. Pos. B 4 = 3 „
5. für einen 2. Ansatz drehen	lt. Pos. B 5 = 1 „
	= Sa. 15,2 Min.
	$t_v = \frac{15}{100} \cdot t_{ee}$
	= 2,2 „
	t_e
	= Sa. 17,4 Min.

Man sieht also, daß man auf diese Weise schnell und trotzdem alle Einzelheiten berücksichtigend Einrichtezeiten für alle möglichen Bearbeitungsvorgänge genau zusammenstellen kann.

Bei den in Tabelle 19 oben unter *b* angegebenen Zeiten ist noch zu bemerken, daß von einem Normalzustand der Maschine ausgegangen ist, und zwar soll bei Beginn der Arbeit weder der Mitnehmer noch ein Futter auf dem Spindelgewinde stecken. Diese Annahme würde dann zutreffen, wenn in der vorliegenden Dreherei häufig Dorn- und Futterarbeit wechseln, so daß das Herunternehmen des Dreibackenfutters und das Heraus-schrauben des Mitnehmers oder umgekehrt jedesmal in Rechnung gesetzt werden muß. Wenn der Normalzustand der Maschine bei Beginn der Arbeit ein anderer ist, wenn z. B. auf der Maschine immer nur Spitzenarbeit ausgeführt wird, dann hat man beim Zusammenstellen der Einrichtezeit diese Werte natürlich nicht zu berücksichtigen.

Weiter zeigt dieses Beispiel aber, daß es auf keinen Fall angängig ist, derartig entwickelte Kalkulationsunterlagen für alle möglichen Drehereien verbindlich zu machen, denn die Fabrikationsbedingungen — z. B. schon die Zeit, die hier für einen Gang nach dem Lager angegeben ist — sind kaum je übereinstimmend. Durch entsprechende Bemessung und Zusammensetzung der Grundzeiten kann man die Gebrauchstabellen aber den Betriebsverhältnissen vollkommen anpassen.

IV. Entwicklung von Richtwerten für die Maschinenzeiten in der Dreherei.

Für die Hauptzeit t_h sei die Entwicklung der Richtwerte, die der Kalkulator bei Durchführung seiner Rechnung benutzen soll, beispielsweise für das Drehen von Maschinenstahl von 50 bis 60 kg/mm² Festigkeit durchgeführt auf Grund des in Bild 17 gegebenen Schemas. Danach sind solche Richtwerte zunächst für jeden Werkstoff zu unterteilen, und weiter nach dem für das Werkzeug verwendeten Stahl; Gründe sind in Seite 39 bis 41 angegeben. Für gewöhnlich wird nur eine Sorte Werkzeugstahl in der gleichen Werstatt verwendet; wir nehmen für unseren Fall an, daß die Drehstähle aus Schnellstahl von ca. 15 bis 16⁰/₀ Wolframgehalt gefertigt sind.

Für das Drehen mit diesem Werkzeug sind nun für die in der Dreherei vorkommenden Arbeitsvorgänge: Schruppen, Drehen zum Schleifen, Schlichten mit Passung, Schlichten ohne Passung usw. Richtwerte für v und s zu entwickeln. Das Schruppen, bei dem ja die größtmöglichen Spanmengen vom Werkstück abzutrennen sind, ist in zwei Reihen Werte zu trennen, je nachdem es sich um stabile oder schwache Werkstücke handelt.

Die Richtwerte für das Schruppen stabiler Werkstücke, also für solche, die jede Beanspruchung aushalten, hängen ab von der Leistung der zur Verwendung gelangenden Maschine. Für schwache Werkstücke hat die Leistungsfähigkeit der Maschine insofern keine Bedeutung, weil solche Werkstücke nicht in der Lage sind, die Leistung der Maschine aufzunehmen.

a) Richtwerte für Schruppen.

Nachdem so die Aufgabe, die in der Schaffung von Richtwerten für die Bearbeitungsvorgänge in der Dreherei an Werkstücken aus Maschinenstahl von 50 bis 60 kg Festigkeit mit Schnellstahl besteht, in den Einzelheiten umrissen ist, seien nun die Zahlenwerte selbst entwickelt.

Wenn im allgemeinen bei der Bildung von Erfahrungswerten, wie eingangs erwähnt, auf die Erfahrungen von Betriebsfachleuten zurückzugreifen ist, so lassen sich Richtwerte für das Schruppen auf keinen Fall lediglich durch dieses Abschätzen bestimmen. Die von einer Maschine durchzuziehenden Spanquerschnitte müssen vielmehr durch rohe Versuche festgestellt werden. Wie wir die Spanleistung der Maschine später bei genauen Kalkulationsmethoden rechnerisch ermitteln, ist in Abschnitt E ab S. 129 gezeigt.

Die in der Werkstatt befindlichen Drehbänke werden der Größe nach zu Gruppen zusammengefaßt. Ein einfaches, wenn auch, wie wir später sehen werden, nicht einwandfreies Mittel für die Bildung von Gruppen annähernd gleicher Leistungsfähigkeit ist die Zusammenstellung der Maschinen nach Riemenbreiten, und zwar werden die Drehbänke mit den Riemenbreiten von 50, 60, 70, 85 und 100 mm zusammengefaßt unter der Voraussetzung, daß die Riemengeschwindigkeiten der Antriebsriemen annähernd gleich groß sind oder gleich groß gemacht werden. Die Durchzugskraft dieser Maschinen wird nun in der Weise bestimmt, daß man an einem stabilen Werkstück eine mittlere Spantiefe — hier 10 bis 15 mm — mit kleinem Vorschub dreht und dann den Vorschub so lange erhöht, bis die Maschine nicht mehr durchzieht. Als Kriterium für die Durchzugskraft der Maschine wird dann derjenige Spanquerschnitt genommen, der vor dem letztgenannten liegt. Um nun diese Werte als Kalkulationsrichtwerte zu verwenden, muß ihnen noch eine gewisse Sicherheit gegeben werden, denn der Kalkulator muß ja mit einem Durchhalten der Schnittleistung für die Zeit von wenigstens einer Stunde rechnen. Es werden deshalb von den so ermittelten Querschnitten noch 20% abgesetzt. Bild 21 gibt eine solche Versuchsreihe zur Bildung der maximalen Querschnitte. Es sind also für die einzelnen Maschinengruppen folgende Querschnitte gefunden:

	für 50 mm Riemenbreite	2,5 qmm
"	60 "	4 "
"	70 "	6,5 "
"	85 "	9 "
"	100 "	11,5 "

Zu bemerken ist, daß diese Schnittversuche alle mit der gleichen für das Schruppen von Maschinenstahl als Erfahrungswert feststehenden Schnittgeschwindigkeit von 15 m gemacht sind. Durch die Verwendung der gleichen Schnittgeschwindigkeit ist eine gewisse Vergleichsmöglichkeit gegeben, denn wir werden später kennen lernen, daß die Spanleistung einer Drehbank immer auszudrücken ist in dem Produkt von Spanquerschnitt und Schnittgeschwindigkeit

Nachdem wir also die maximalen Spanquerschnitte, die die Maschinen verschiedener Größe durchziehen, festgestellt haben, können wir an die Ausarbeitung der vom

Hegner		Ermittlung von Akkordzeiten durch Erfahrungswerte						Bild 21	
Versuche zur Feststellung des max. Spanquerschnittes für die zu Gruppen zusammengefaßten Maschinen einer Dreherei. Werkstoff: M.St. von 50—60 kg Festigkeit. Werkzeug: Schnelldrehstahl ohne Kühlung.									
Versuchsreihe für Schruppen an verschiedenen Maschinen.									
Riemenbreite	von ∅	auf ∅	Spanhöhe	Vorschub s	Spanquerschnitt q	Schnittgeschwindigkeit m	q·v	Bemerkungen	Kalkulationswert q
50 mm	80	60	10	0,1	1	15	—	—	—
	80	60	10	0,16	1,5	15	—	—	—
	80	60	10	0,28	2,8	15	—	—	—
	80	58	11	0,28	3,1	15	—	—	3,1—20% ₀ ~2,5
	80	60	10	0,35	3,5	15	—	zog nicht durch	—
60 mm	125	95	15	0,1	1,5	15	—	—	—
	125	95	15	0,16	2,4	15	—	—	—
	125	95	15	0,28	4,2	15	—	—	—
	125	95	15	0,35	5,2	15	78	—	5,2—20% ₀ ~4
	125	95	15	0,52	7,8	15	—	zog nicht durch	—
70 mm	125	95	15	0,52	7,8	14,5	—	—	—
	125	95	15	0,65	9,75	14,5	141	zog gerade noch durch	—
	125	95	15	0,78	11,7	14	—	zog nicht durch	—
	125	93	16	0,52	8,2	14	—	zog leicht durch	8,2—20% ₀ ~6,5
	67	51	8	0,52	4,2	32	134	zog gerade noch durch	—
85 mm	125	95	15	0,65	9,75	14,5	—	—	—
	125	95	15	0,70	11,7	14,5	170	—	11,7—20% ₀ ~9
	125	95	15	1,18	17,7	14	—	zog nicht durch	—
	97	85	6	0,52	3,12	39	—	—	—
	97	85	6	0,78	4,7	39	183	zog gerade noch durch	—
100 mm	125	95	15	0,5	7,5	15	—	—	—
	125	95	15	0,7	10,5	15	—	—	—
	125	95	15	1	15	14	210	—	15—20% ₀ ~11,5
	125	95	15	1,2	18	14	—	zog nicht durch	—
	125	95	15	0,5	7,5	29	220	—	—
	125	95	15	0,7	10,5	29	—	zog nicht durch	—

Kalkulator zu benutzenden Unterlagen mit Richtwerten für das Schruppen von Werkstücken aus Maschinenstahl von 50 bis 60 kg Festigkeit herangehen.

In der Tabelle 22 I sind für stabile Wellen links zunächst die Spananstellungen und oben die verschiedenen Maschinengruppen angeführt. Als Schnittgeschwindigkeit ist überall als Mittelwert 15 m eingesetzt. Die Vorschübe s für die einzelnen Spanhöhen ergeben sich durch Division von a in die durch Versuche gefundenen Querschnitte q . Um nun die Rechenarbeit für den Kalkulator bei Berechnung der Maschinenzeit zu vereinfachen, sind die bereits auf Seite 27 und in Bild 9 benutzten „Konstanten“ in der Form eines Divisors berechnet.

Ist die Hauptzeit $t_h = \frac{Da \cdot \pi \cdot i \cdot L}{v \cdot s} = \frac{\pi \cdot i}{v \cdot s} \cdot Da \cdot L$, und $\frac{\pi \cdot i}{v \cdot s} = \frac{1}{k_0}$, so ist

$$t_h = \frac{1}{k_0} \cdot Da \cdot L.$$

Die Ausrechnung von t_h nur mit dem Wert von k_0 an Stelle der Zahlenwerte für v , s und i spart dem Kalkulator Rechenarbeit und bringt eine zwangläufige Benutzung der Werte von v und s mit sich. Gerade diese Zwangläufigkeit ist es, die den Wert solcher zwar nicht ganz einwandfreien, aber doch immerhin systematisch aufgebauten Unterlagen ausmacht. (Siehe Rechnung des Beispiels in Bild 23.)

Die in Tabelle 22 II gebildeten Richtwerte für das Schrappen nicht stabiler Werkstücke haben mit der Leistung der Maschine nichts zu tun. Sie sind aufgebaut lediglich auf den Erfahrungen darüber, welche Spanquerschnitte den in der Werkstatt durchschnittlich vorkommenden, als nichtstabil bezeichneten Werkstücken zuzumuten sind. Einen einigermaßen sicheren Anhalt für die Beurteilung, ob das Werkstück in dem vorliegenden Fall stabil oder nichtstabil ist, ist durch das angegebene Verhältnis des Durchmessers zur Länge ausgedrückt. Ist das Verhältnis kleiner als 1:12, so wird das Werkstück als stabil bezeichnet.

Weiter sind nur solche Werkstücke stabil, die auch eine in sich geschlossene Form haben, also beispielsweise gilt das oben angegebene Verhältnis für feste Wellen. Werkstücke mit Bohrung würden also auf keinen Fall mit den für stabile Werkstücke entwickelten Werten zu kalkulieren sein, sondern mit den für schwächere Werkstücke angegebenen. Schon dieser Hinweis zeigt, welche Bedeutung in bezug auf die Wahl von Schnittgeschwindigkeit und Vorschub der Form des Werkstückes zuzuweisen ist. Sie ist weit ausschlaggebender als die Berücksichtigung der Leistung der Maschine. Die Zahl der wirklich stabilen Werkstücke beträgt meist nur 20% der in den Betrieben üblich vorkommenden. Was nützt für die übrigen nichtstabilen Werkstücke die stärkste Maschine, wenn ihre volle Leistung von dem Werkstück nicht aufgenommen werden kann?

Daß für besonders dünne und lange Wellen z. B. weitere Richtwerte zu entwickeln sind, bedarf wohl kaum der Erörterung. Die Anzahl solcher Unterlagen wird bestimmt durch die Möglichkeit, Werkstücke ähnlicher Art und Form zu Gruppen zusammenführen zu können. Eine Einteilung nach Durchmessern — wie in 22 II gezeigt — dürfte für die meisten Fälle ein genügender Anhalt sein. Auch auf Grund der Richtwerte in 22 II sind die Konstanten k_0 zur Erleichterung der Kalkulationsrechnung gebildet; sie enthalten hier auch die Berücksichtigung von i ; große Spanabnahmen (z. B. 15 mm) können bei nichtstabilen Werkstücken nicht mit einem Span geschehen, sondern es müssen mehrere Späne eingesetzt werden. Die angenommene Beanspruchung für Werkstücke gleicher Stabilität — hier gekennzeichnet durch Durchmessergrößen — ist ausgedrückt durch das Produkt von v , s und a , also durch das Spanvolumen, das in der Minute abgenommen werden kann.

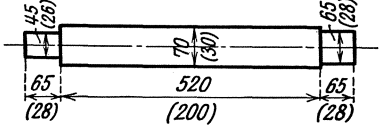
b) Richtwerte für Schlichten.

Für die übrigen in Schema Bild 17 angeführten Arbeitsvorgänge sind in Tabelle 22 III Erfahrungswerte angegeben. Auf die Wahl dieser Werte hat weder die Leistung der Maschine noch die Stabilität des Werkstückes Einfluß. Sie bestimmen sich lediglich durch die Güte, Glätte und Maßhaltigkeit der durch das Drehen zu erzielenden Oberfläche. Nach dem Drehen zum Schleifen kann die Oberfläche rauh bleiben, was durch die Wahl eines größeren Vorschubes ausgedrückt wird, denn die Oberfläche der Welle wird ja noch geschliffen.

Für das Schlichten sind kleinere Vorschübe zu wählen, denn die Oberfläche soll nach dem Schlichten blank sein. Für das Drehen nach Passung z. B. müssen mehrere Späne eingesetzt werden, denn die Genauigkeit ist mit einem Span nicht zu erzielen.

Für die Benutzung der Richtwerte in den Tabellen 22 I bis III ist noch zu erwähnen, daß es häufig vorkommt, daß Spanabnahmen von mehr als 3 mm für die in III zusammen-

Ludw. Loewe & Co. A.-G.		Ermittlung von Akkordzeiten durch Erfahrungswerte								Bild 22											
I. Richtwerte für das Schruppen stabiler Wellen aus Masch.-St. von 50 bis 60 kg																					
Werkstückdimensionen $D: L \leq 1:12$ und über 50 \varnothing																					
Riemen	50 breit		60 breit		70 breit		85 breit		100 breit												
$v \cdot m \cdot g^{mm^2}$	15 \times 2,5		15 \times 4		15 \times 6,5		15 \times 9		15 \times 11,5												
$a \downarrow$	s	$\frac{\pi \cdot i}{v \cdot s}$	s	$\frac{\pi \cdot i}{v \cdot s}$	s	$\frac{\pi \cdot i}{v \cdot s}$	s	$\frac{\pi \cdot i}{v \cdot s}$	s	$\frac{\pi \cdot i}{v \cdot s}$											
3	0,8	$\frac{1}{3800}$	1,3	$\frac{1}{6200}$	2,1	$\frac{1}{10000}$	3	$\frac{1}{14000}$	3,5	$\frac{1}{16700}$											
5	0,5	$\frac{1}{2400}$	0,8	$\frac{1}{3800}$	1,3	$\frac{1}{6200}$	1,8	$\frac{1}{8600}$	2,3	$\frac{1}{11000}$											
7	0,35	$\frac{1}{1700}$	0,6	$\frac{1}{2900}$	0,9	$\frac{1}{4300}$	1,3	$\frac{1}{6200}$	1,6	$\frac{1}{7700}$											
10	0,25	$\frac{1}{1200}$	0,4	$\frac{1}{1900}$	0,65	$\frac{1}{3100}$	0,9	$\frac{1}{4300}$	1,1	$\frac{1}{5300}$											
12			0,35	$\frac{1}{1700}$	0,55	$\frac{1}{2600}$	0,75	$\frac{1}{3600}$	0,9	$\frac{1}{4300}$											
15					0,4	$\frac{1}{1900}$	0,6	$\frac{1}{2900}$	0,75	$\frac{1}{3600}$											
II. Richtwerte für das Schruppen nicht stabiler Wellen aus Masch.-St. v. 50 bis 60 kg																					
Spanvol. cm ³	bis 10 \varnothing				bis 25 \varnothing				bis 40 \varnothing				bis 60 \varnothing				über 60 \varnothing				
	7				13				20				28				35				
$a \downarrow$	i	v	s	$\frac{\pi \cdot i}{v \cdot s}$	i	v	s	$\frac{\pi \cdot i}{v \cdot s}$	i	v	s	$\frac{\pi \cdot i}{v \cdot s}$	i	v	s	$\frac{\pi \cdot i}{v \cdot s}$	i	v	s	$\frac{\pi \cdot i}{v \cdot s}$	
2	1	13	0,25	$\frac{1}{1100}$	1	20	0,32	$\frac{1}{2000}$	1	22	0,45	$\frac{1}{3100}$	1	22	0,6	$\frac{1}{4200}$	1	22	0,8	$\frac{1}{5600}$	
3	1	13	0,1	$\frac{1}{750}$	1	18	0,24	$\frac{1}{1400}$	1	18	0,35	$\frac{1}{2000}$	1	18	0,5	$\frac{1}{2900}$	1	18	0,65	$\frac{1}{3700}$	
5					1	15	0,18	$\frac{1}{860}$	1	15	0,25	$\frac{1}{1200}$	1	15	0,35	$\frac{1}{1700}$	1	15	0,45	$\frac{1}{2150}$	
7									2	18	0,35	$\frac{1}{1000}$	2	18	0,5	$\frac{1}{1400}$	2	18	0,65	$\frac{1}{1850}$	
10									2	15	0,25	$\frac{1}{600}$	2	15	0,35	$\frac{1}{850}$	2	15	0,45	$\frac{1}{1050}$	
12									3	18	0,35	$\frac{1}{670}$	3	18	0,45	$\frac{1}{850}$					
III. Richtwerte für Arbeitsvorgänge des Schlichtens bei Wellen aus Masch.-St. von 50 bis 60 kg																					
Durchmesser . .	bis 25				26 bis 50				51 bis 100				über 100								
$a \downarrow$	i	v	s	$\frac{\pi \cdot i}{v \cdot s}$	i	v	s	$\frac{\pi \cdot i}{v \cdot s}$	i	v	s	$\frac{\pi \cdot i}{v \cdot s}$	i	v	s	$\frac{\pi \cdot i}{v \cdot s}$					
A. Drehen zum Schleifen	1	1	26	0,25	$\frac{1}{2070}$	1	26	0,3	$\frac{1}{2500}$	1	26	0,35	$\frac{1}{2900}$	1	26	0,4	$\frac{1}{3300}$				
	2	1	22	0,25	$\frac{1}{1750}$	1	22	0,3	$\frac{1}{2100}$	1	22	0,35	$\frac{1}{2400}$	1	22	0,4	$\frac{1}{2800}$				
	3	2	24	0,25	$\frac{1}{950}$	2	24	0,3	$\frac{1}{1150}$	2	24	0,35	$\frac{1}{1300}$	2	24	0,4	$\frac{1}{1500}$				
B. Schlichten ohne Passung	1	1	26	0,1	$\frac{1}{830}$	1	26	0,1	$\frac{1}{830}$	1	26	0,12	$\frac{1}{990}$	1	26	0,12	$\frac{1}{990}$				
	2	2	26	0,25	$\frac{1}{590}$	2	26	0,3	$\frac{1}{625}$	2	26	0,35	$\frac{1}{740}$	2	26	0,4	$\frac{1}{765}$				
C. Schlichten nach Tol.-Lehre	1	2	24	0,1	$\frac{1}{380}$	2	24	0,1	$\frac{1}{380}$	2	24	0,15	$\frac{1}{460}$	2	24	0,12	$\frac{1}{460}$				
Bei Benutzung von Kühlung sind diese Werte um 20% zu erhöhen.																					

Hegner	Ermittlung von Akkordzeiten durch Erfahrungswerte	Bild 23																					
<p>Arbeitsauftrag: Schruppen und Drehen zum Schleifen der in nebenstehender Skizze gezeichneten Wellen aus Masch.-Stahl 50 bis 60 kg/mm² Festigkeit.</p> <p>Verwendete Maschine mit Riemenbreite 70 mm.</p> 																							
<p>Berechnung der Maschinenzeit t_h für die in Bild 14 dargestellte Welle von 70 \varnothing auf Grund der in 22 gebildeten Unterlagen für die Maschinenzeit.</p>																							
<table border="0"> <tr> <td>\varnothing 45 Schruppen</td> <td>a = 15 lt. 22 I</td> <td>$t_h = \frac{76 \cdot 68}{1900} = 2,75$</td> </tr> <tr> <td>$\varnothing$ 45 Drehen zum Schleifen</td> <td>a = 1 lt. 22 IIIA</td> <td>$t_h = \frac{47 \cdot 68}{2500} = 1,10$</td> </tr> <tr> <td>$\varnothing$ 65 Schruppen</td> <td>a = 5 lt. 22 I</td> <td>$t_h = \frac{76 \cdot 68}{6200} = 0,80$</td> </tr> <tr> <td>$\varnothing$ 65 Drehen zum Schleifen</td> <td>a = 1 lt. 22 IIIA</td> <td>$t_h = \frac{67 \cdot 68}{2900} = 1,50$</td> </tr> <tr> <td>$\varnothing$ 70 Drehen zum Schleifen</td> <td>a = 3 lt. 22 IIIA</td> <td>$t_h = \frac{76 \cdot 523}{1300} = 30,80$</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Seitenflächen schlichten ohne Passung a = 2 lt. 22 IIIB</td> <td>$t_h = \frac{70 \cdot 82}{740} = 7,70$</td> </tr> <tr> <td colspan="2">(auf Tafel 14 $t_h = 45,2$)</td> <td>t_h insgesamt = 44,65 Min.</td> </tr> </table>			\varnothing 45 Schruppen	a = 15 lt. 22 I	$t_h = \frac{76 \cdot 68}{1900} = 2,75$	\varnothing 45 Drehen zum Schleifen	a = 1 lt. 22 IIIA	$t_h = \frac{47 \cdot 68}{2500} = 1,10$	\varnothing 65 Schruppen	a = 5 lt. 22 I	$t_h = \frac{76 \cdot 68}{6200} = 0,80$	\varnothing 65 Drehen zum Schleifen	a = 1 lt. 22 IIIA	$t_h = \frac{67 \cdot 68}{2900} = 1,50$	\varnothing 70 Drehen zum Schleifen	a = 3 lt. 22 IIIA	$t_h = \frac{76 \cdot 523}{1300} = 30,80$	Seitenflächen schlichten ohne Passung a = 2 lt. 22 IIIB		$t_h = \frac{70 \cdot 82}{740} = 7,70$	(auf Tafel 14 $t_h = 45,2$)		t_h insgesamt = 44,65 Min.
\varnothing 45 Schruppen	a = 15 lt. 22 I	$t_h = \frac{76 \cdot 68}{1900} = 2,75$																					
\varnothing 45 Drehen zum Schleifen	a = 1 lt. 22 IIIA	$t_h = \frac{47 \cdot 68}{2500} = 1,10$																					
\varnothing 65 Schruppen	a = 5 lt. 22 I	$t_h = \frac{76 \cdot 68}{6200} = 0,80$																					
\varnothing 65 Drehen zum Schleifen	a = 1 lt. 22 IIIA	$t_h = \frac{67 \cdot 68}{2900} = 1,50$																					
\varnothing 70 Drehen zum Schleifen	a = 3 lt. 22 IIIA	$t_h = \frac{76 \cdot 523}{1300} = 30,80$																					
Seitenflächen schlichten ohne Passung a = 2 lt. 22 IIIB		$t_h = \frac{70 \cdot 82}{740} = 7,70$																					
(auf Tafel 14 $t_h = 45,2$)		t_h insgesamt = 44,65 Min.																					
<p>Berechnung der Maschinenzeit t_h für die in Bild 14 dargestellte Welle 30 \varnothing aus Maschinenstahl.</p>																							
<table border="0"> <tr> <td>\varnothing 26 Schruppen</td> <td>a = 5 lt. 22 II</td> <td>$t_h = \frac{34 \cdot 31}{1200} = 0,88$</td> </tr> <tr> <td>$\varnothing$ 26 Drehen zum Schleifen</td> <td>a = 1 lt. 22 IIIA</td> <td>$t_h = \frac{27 \cdot 31}{2500} = 0,34$</td> </tr> <tr> <td>$\varnothing$ 28 Schruppen</td> <td>a = 3 lt. 22 II</td> <td>$t_h = \frac{34 \cdot 31}{2000} = 0,50$</td> </tr> <tr> <td>$\varnothing$ 28 Drehen zum Schleifen</td> <td>a = 1 lt. 22 IIIA</td> <td>$t_h = \frac{29 \cdot 31}{2500} = 0,36$</td> </tr> <tr> <td>$\varnothing$ 30 Drehen zum Schleifen</td> <td>a = 2 lt. 22 IIIA</td> <td>$t_h = \frac{34 \cdot 203}{2100} = 3,20$</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Seitenflächen schlichten ohne Passung a = 2 lt. 22 IIIB</td> <td>$t_h = \frac{30 \cdot 42}{625} = 2,00$</td> </tr> <tr> <td colspan="2">(auf Tafel 14 $t_h = 6,2$)</td> <td>t_h insgesamt = 7,24 Min.</td> </tr> </table>			\varnothing 26 Schruppen	a = 5 lt. 22 II	$t_h = \frac{34 \cdot 31}{1200} = 0,88$	\varnothing 26 Drehen zum Schleifen	a = 1 lt. 22 IIIA	$t_h = \frac{27 \cdot 31}{2500} = 0,34$	\varnothing 28 Schruppen	a = 3 lt. 22 II	$t_h = \frac{34 \cdot 31}{2000} = 0,50$	\varnothing 28 Drehen zum Schleifen	a = 1 lt. 22 IIIA	$t_h = \frac{29 \cdot 31}{2500} = 0,36$	\varnothing 30 Drehen zum Schleifen	a = 2 lt. 22 IIIA	$t_h = \frac{34 \cdot 203}{2100} = 3,20$	Seitenflächen schlichten ohne Passung a = 2 lt. 22 IIIB		$t_h = \frac{30 \cdot 42}{625} = 2,00$	(auf Tafel 14 $t_h = 6,2$)		t_h insgesamt = 7,24 Min.
\varnothing 26 Schruppen	a = 5 lt. 22 II	$t_h = \frac{34 \cdot 31}{1200} = 0,88$																					
\varnothing 26 Drehen zum Schleifen	a = 1 lt. 22 IIIA	$t_h = \frac{27 \cdot 31}{2500} = 0,34$																					
\varnothing 28 Schruppen	a = 3 lt. 22 II	$t_h = \frac{34 \cdot 31}{2000} = 0,50$																					
\varnothing 28 Drehen zum Schleifen	a = 1 lt. 22 IIIA	$t_h = \frac{29 \cdot 31}{2500} = 0,36$																					
\varnothing 30 Drehen zum Schleifen	a = 2 lt. 22 IIIA	$t_h = \frac{34 \cdot 203}{2100} = 3,20$																					
Seitenflächen schlichten ohne Passung a = 2 lt. 22 IIIB		$t_h = \frac{30 \cdot 42}{625} = 2,00$																					
(auf Tafel 14 $t_h = 6,2$)		t_h insgesamt = 7,24 Min.																					
<p>Die Zeiten enthalten laut Schema 2 und 3 keine Zuschläge für t_v und t_m.</p>																							

gestellten Arbeitsstufen zu erledigen sind. In diesem Fall wird das Werkstück bis auf 1 mm über Nenndurchmesser geschruppt; dafür sind natürlich die Schruppwerte der Tabelle 22 I oder II zu benutzen; der letzte Millimeter ist dann mit den Schlichtwerten zu berechnen. In dem Bild 23 ist die Benutzung der geschaffenen Unterlagen zur Berechnung von Maschinenzeiten gezeigt. Zum Vergleich mit dem durch Schätzen gefundenen Werten sind zwei Wellen aus Bild 14 nachgerechnet.

Es ist selbstverständlich, daß die in diesem Abschnitt geschaffenen Richtwerte und ihre Unterteilung je nach dem vorliegenden Fabrikationsgebiet zweckentsprechend ausgebaut werden müssen.

V. Entwicklung der Richtwerte für Maschinenzeiten in der Fräselei.

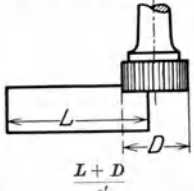
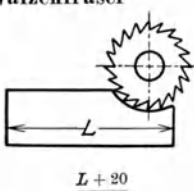
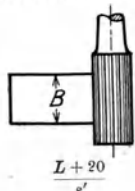
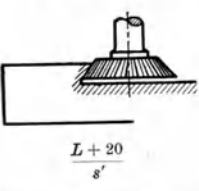
Um zu zeigen, daß das eben geschilderte System für das Bilden von Erfahrungswerten nicht nur für die Dreherei grundlegend ist, sondern auch für jeden beliebigen anderen Fabrikationsvorgang, wollen wir eine ähnliche Tabelle über Richtwerte für das Kalkulieren von Maschinenzeiten in der Fräselei entwickeln. In den Bildern 24 und 25 sind solche Richtwerte für das Fräsen an mittelschweren Maschinen zusammengestellt. Dem Schema in Bild 17 gemäß sind die Richtwerte zunächst gegeben für die in der Abteilung üblicherweise vorkommenden Materialien Gußeisen, Maschinenstahl von 50—60 kg Festigkeit und Temperguß. Da in der betreffenden Werkstatt nur Fräser aus Schnellstahl vorhanden sind, so bedingt das Material des verwendeten Werkzeuges nur eine solche Reihe von Richtzeiten. Nach dem Schema in Bild 17 soll nun eine weitere Unterteilung der Richtwerte auf Grund der in der Werkstatt vorkommenden Arbeitsgänge erfolgen; solche Arbeitsgänge sind:

- das Fräsen mit Stirnfräsern,
- „ „ „ Walzenfräsern,
- „ „ „ Schaftfräsern,
- „ „ „ Winkelfräsern,
- „ „ von 2 Seitenflächen mit Satzfräsern,
- „ „ „ 2 „ und 1 horizontalen Fläche mit Satzfräsern,
- „ Sägen mit Kreissäge,
- „ Fräsen von T-Nuten-Schlitzten.

Diese einzelnen Arbeitsvorgänge sind der Deutlichkeit halber durch Skizzen dargestellt, so daß der Vorkalkulator ohne weiteres den richtigen Arbeitsvorgang zu finden in der Lage ist. Alle diese Werte sollen Gültigkeit haben für stabile Werkstücke, die sich fest einspannen lassen, also für solche, deren Form nicht sperrig ist. Die weitere Unterteilung verlangt eine Angabe der verschiedenen in der Werkstatt vorkommenden Spannhöhen. Es sind drei solcher Spannhöhen, und zwar 1, 5 und 8 mm, angegeben. Die Spannhöhe 1 mm dient durchweg für die Erledigung von Schlichtspänen, während die Spannhöhen 5 und 8 mm je nach der abzunehmenden Materialzugabe als Schruppspäne zu betrachten sind.

Die Vorschübe, die zur Erledigung von Schruppspänen genommen werden sollen, hängen nach Bild 17 weiter ab von der Durchzugskraft der zur Verwendung gelangenden Maschine. Die Maschinen sind in der Werkstatt gruppenweise zusammengefaßt und zwar in der Weise, daß Maschinen mit gleicher Riemenbreite — ähnlich wie wir es in der Dreherei sahen — als zusammengehörige bezeichnet sind. Wir haben also eine Gruppe Maschinen mit 60, 70 und 85 mm Riemenbreite und können auf diesen verschieden starken Maschinen natürlich auch für das Schruppen verschieden große Vorschübe erzielen. Natürlich ist es dazu notwendig, daß die Durchzugskraft der Maschinen in gewisser Weise normalisiert wird, d. h. daß dafür Sorge getragen wird, daß die Maschinen mit gleicher Riemenbreite ungefähr auch die gleichen Riemengeschwindigkeiten im Antriebsriemen aufweisen.

Wenn jetzt der Kalkulator eine Fräsarbeit zu kalkulieren hat, so hat er nur nötig, sich links den entsprechenden Arbeitsvorgang aufzusuchen. Er findet dann unter der Materialrubrik die in Frage kommende Spannhöhe und hinter der Spannhöhe — der verwendeten Maschine entsprechend — den Vorschub, den er für die Kalkulation seines Arbeitsvorganges je Minute einzusetzen hat. Diese Vorschübe sind als Erfahrungswerte zusammengestellt und durch rohe Versuche in der Werkstatt überprüft. Unter den Skizzen, die die zu erledigenden Arbeitsvorgänge darstellen, sind die Be-

Ludw. Loewe & Co. A.-G.		Ermittlung von Akkordzeiten durch Erfahrungswerte									Bild 24	
Material			Gußeisen			Temperguß			Masch.-St. 50/60 kg/mm ²			
Fräser	Flächbreite	Spanntiefe	Riemenbreite (Dimensionen in mm)									
			60	70	85	60	70	85	60	70	85	
Walzen-Stirnfräser 	bis 50	1	72	72	72	60	60	60	42	42	42	
		5	48	56	66	42	48	54	30	36	42	
		8	42	48	56	36	42	48	26	30	36	
	über 50	1	72	72	72	60	60	60	36	36	36	
		5	42	48	56	36	42	48	26	30	36	
		8	36	42	48	30	36	42	24	26	30	
Walzenfräser 	bis 30	1	60	60	60	48	48	48	36	36	36	
		5	42	48	54	36	42	48	26	30	36	
		8	36	42	42	30	36	42	24	26	30	
	über 30	1	60	60	60	48	48	48	36	36	36	
		5	36	42	48	30	36	42	24	26	30	
		8	30	36	42	26	30	36	22	24	26	
Schaftfräser 	bis 30	1	48	48	48	42	42	42	36	36	36	
		5	30	36	42	26	30	36	22	24	26	
		8	26	30	36	24	26	30	18	22	24	
	über 30	1	42	42	42	36	36	36	30	30	30	
		5	26	30	36	24	26	30	18	22	24	
		8	24	26	30	22	24	26	15	18	22	
Winkelfräser 	bis 20	1	60	60	60	48	48	48	36	36	36	
		5	30	36	42	26	30	36	22	24	26	
		8	26	30	36	24	26	30	18	22	24	
	über 20	1	60	60	60	48	48	48	36	36	36	
		5	26	30	36	24	26	30	18	22	24	
		8	24	26	30	22	24	26	15	18	22	

Die Werte sind die Zeiten t_h nach Schema Bild 2 und 3 und enthalten keine Zuschläge für t_v und t_m

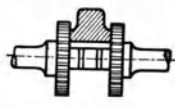
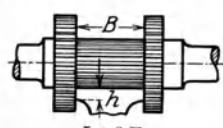
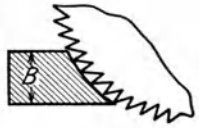
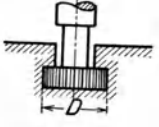
rechnungsformeln eingesetzt und zwar unter Berücksichtigung des notwendigen Anlaufes und Überlaufes.

Beispiel:

Es soll eine Fläche bei einem Werkstück aus Gußeisen mit einem Walzenfräser gefräst werden von 40 mm Breite und 200 mm Länge. Die Materialabgabe beträgt 5 mm. Die zur Verwendung gelangende Maschine hat eine Riemenbreite von 70 mm.

Lösung:

Der für den Fräsvorgang zu benutzende Vorschub beträgt für das Schrappen von Gußeisen 42 mm/Min., für das Schlichten 60 mm/Min.

Ludw. Loewe & Co. A.-G.		Ermittlung von Akkordzeiten durch Erfahrungswerte								Bild 25	
Material			Gußeisen			Temperguß			Masch.-St. 50/60 kg/mm ²		
Fräser	Fläch- breite	Span- tiefe	Riemenbreite (Dimensionen in mm)								
			60	70	85	60	70	85	60	70	85
Scheibenfräser  $\frac{L + 3H}{s'}$ <i>H</i> = Höhe d. Seitenfläche	bis 30 Höhe	1	48	48	48	42	42	42	36	36	36
		5	36	42	48	30	36	42	26	30	36
		8	30	36	42	24	30	36	22	26	30
	über 30 Höhe	1	42	42	42	36	36	36	30	30	30
		5	30	36	42	26	30	36	22	26	30
		8	26	30	36	22	26	30	18	22	26
Satzfräser  $\frac{L + 3H}{s'}$ <i>H</i> = Höhe d. Seitenfläche	bis 50	1	42	42	42	36	36	36	30	30	30
		5	30	36	42	24	30	36	22	24	30
		8	26	30	36	22	26	30	18	22	26
	über 50	1	36	36	36	30	30	30	24	24	24
		5	26	30	36	22	26	30	18	22	26
		8	22	26	30	18	22	26	15	18	22
Säge  $\frac{L + 2B}{s'}$	bis 2 mm	20	42	42	42	30	30	30	22	22	22
		40	30	30	30	22	22	22	15	15	15
	über 2 mm	20	48	48	48	36	36	36	26	26	26
		40	36	36	36	26	26	26	18	18	18
T-Nutenfräser  $\frac{L + D}{s'}$	bis <i>D</i> = 15	18	18	18	12	12	12	10	10	10	
	bis <i>D</i> = 20	22	22	22	15	15	15	12	12	12	
	bis <i>D</i> = 30	26	26	26	18	18	18	15	15	15	
	bis <i>D</i> = 40	30	30	30	21	21	21	18	18	18	
	bis <i>D</i> = 50	36	36	36	24	24	24	21	21	21	
	<i>D</i> = über 50	42	42	42	28	28	28	24	24	24	

Infolgedessen ist

$$t_h = \frac{200 + 20}{42} + \frac{200 + 20}{60} = 5,3 + 3,6 = 8,9$$

für das Anstellen der zwei Späne $t_n = 1,7$

für das Einspannen des Stückes $t_n = 2,5$

$$t_g = 13,1$$

$$t_v = \frac{15}{100} \cdot t_g = 2,0$$

$$t_{st} = 15,1$$

$$t_{stm} = 1,2 \cdot t_{st} = 18,1 \text{ Minuten}$$

VI. Rechnungshilfsmittel zur Benutzung der Richtwerte.

Es wurde bereits eingangs gesagt, daß die oben gezeigte Methode der Errechnung von Maschinenzeiten mit den Erfahrungsrichtwerten selbst nur gestattet werden kann für die Einzel- und kleine Reihenfertigung. Die bei dieser Fabrikationsart häufig der Form und Größe nach wechselnden Werkstücke werden einen Ausgleich schaffen, wenn die eingesetzten Richtwerte das eine Mal höher und das andere Mal niedriger sind, als die tatsächlich beim Drehen oder Fräsen oder Bohren an der Maschine sich ergebenden Verhältnisse. Diese Rechtfertigung für die Benutzung von durchschnittlichen Richtwerten in der Kalkulation kann man aber nur dann als genügend ansehen, wenn es sich eben um Arbeitsgänge von kürzerer Dauer handelt. Wenn die Maschinenzeiten sehr lang andauernd sind, dann machen sich natürlich die Unterschiede zwischen den zur Kalkulation benutzten Richtwerten und zwischen den tatsächlich an der Maschine erreichten Werten für Schnittgeschwindigkeit und Vorschub erheblich geltend, Unterschiede, die besonders bei schlecht abgestuften Drehbänken in bezug auf die Maschinenzeit bis zu 50% ausmachen können. Es muß deshalb nach einem Mittel gesucht werden, um die Maschinenzeiten bei längeren Arbeitsvorgängen auch in der Einzel- und kleinen Reihenfertigung den tatsächlichen Verhältnissen anzupassen, d. h. es muß wenigstens die Möglichkeit gegeben werden, daß durchschnittlich der Arbeiter diejenigen Schnittgeschwindigkeiten an der Maschine erreicht, die der Kalkulator zu seiner Rechnung benutzt hat.

a) Sägediagramm.

Für die Bildung einer solchen Vorschrift ist das Sägediagramm ein außerordentlich praktisches Hilfsmittel (Bild 26). Es entsteht wie folgt:

Die Zahlen an der unteren Abszisse des Liniennetzes bedeuten die Durchmesser der Werkstücke, die Zahlen an der linken Ordinate die Schnittgeschwindigkeiten. Man zeichnet nun in dieses Feld die den auf der Maschine vorhandenen Drehzahlen entsprechenden Strahlen wie folgt ein:

Die Maschine hat die Drehzahl 264, 185, 134, 86, 61, 42, 26, 18, 13. Für die Eintragung der Drehzahl 42 beispielsweise errechne man für den Durchmesser 150 die Schnittgeschwindigkeit:

$$v = \frac{150 \cdot \pi \cdot 42}{1000} = 19,8 \text{ m/Min.}$$

Der Schnittpunkt *A* der Durchmesserlinie 150 mit der Schnittgeschwindigkeitslinie 19,8 ist derjenige Punkt, durch den vom Nullpunkt des Netzes aus die Linie für die Umdrehungszahl $n = 42$ gezogen wird. Auf gleiche Weise werden die übrigen Strahlen eingezeichnet.

Man findet nun bei Benutzung einer bestimmten Drehzahl die für einen Durchmesser in Frage kommende Schnittgeschwindigkeit wie folgt:

Die Schnittgeschwindigkeit, die man beim Drehen von 50 \varnothing mit der Tourenzahl 134 erzielt, ergibt sich, indem man vom Durchmesserpunkt 50 aufwärts geht bis zum Schnittpunkt *B* mit der Drehzahllinie 134. Die dabei erzielte Schnittgeschwindigkeit 21,5 liest man links an der Schnittgeschwindigkeitsskala ab. Umgekehrt kann man diejenigen Drehzahlen finden, die der Arbeiter benutzen muß, um wenigstens annähernd die Richtgeschwindigkeiten zu erreichen, die der Kalkulator in seiner Rechnung eingesetzt hat. Für das Drehen zum Schleifen einer Maschinenstahlwelle von 90 \varnothing ist nach Bild 22 III A die Schnittgeschwindigkeit von 22 m bei einem Span von 2 mm zu nehmen. Um die dazu zu benutzende Drehzahl festzustellen, gehe man vom Durchmesserpunkt 90 vertikal nach oben bis zur Schnittgeschwindigkeitslinie 22. Der Schnittpunkt *E* liegt auf keiner der beiden Drehzahllinien; er liegt vielmehr zwischen der Drehzahllinie 86 und 61. Man wird die Drehzahl 86 benutzen, weil sie der vom Kalkulator eingesetzten Richtgeschwindigkeit von 22 m am nächsten kommt.

Hegner

Hilfsmittel für die Benutzung der Erfahrungswerte

Bild 26

Sägediagramm

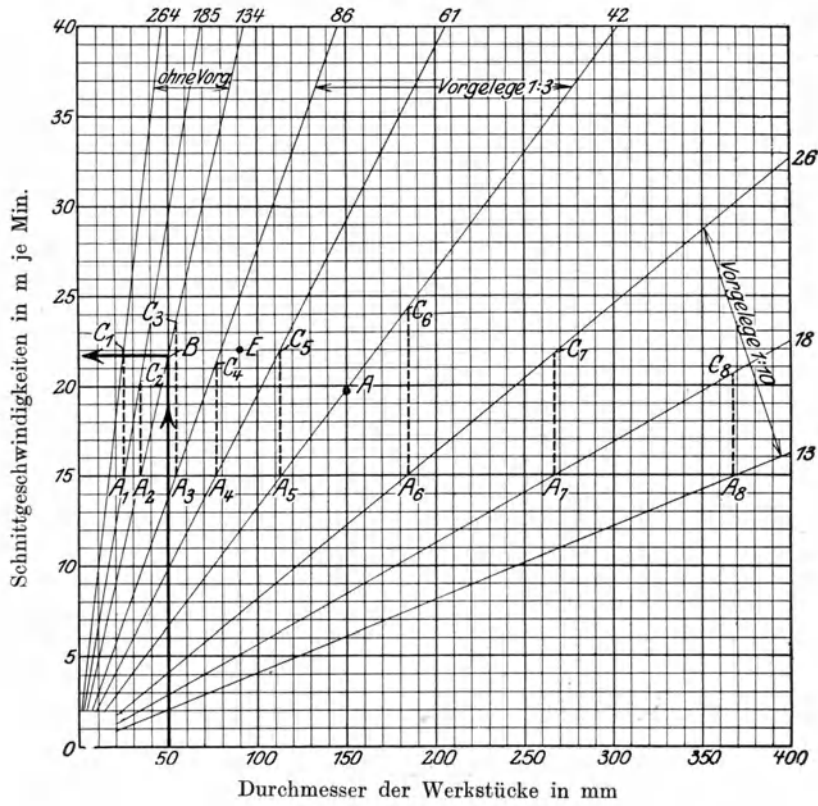
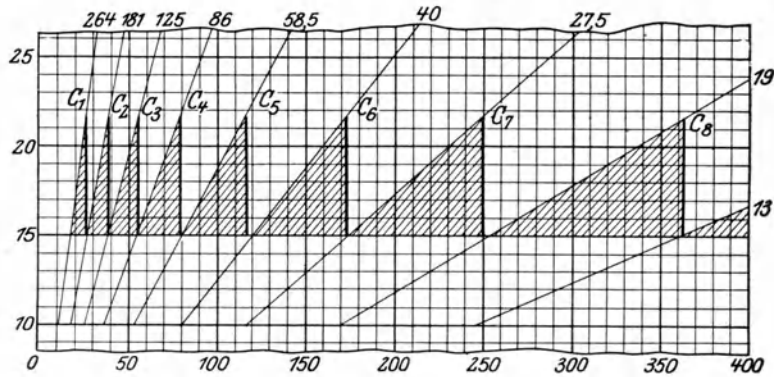


Diagramm der Maschine mit theoretisch richtiger Abstufung



Die Wahl einer Drehzahl, die zur Erzielung der Richtgeschwindigkeit nötig ist, wird um so eher genau den Richtwert ergeben, wenn die Drehbank recht viele Tourenzahlen hat, oder wenn wenigstens die Abstufungen zwischen ihnen gleichmäßig sind. Diese letzte Eigenschaft ist aus dem Sägediagramm klar zu ersehen.

Wenn man durch irgendeine Schnittgeschwindigkeit, z. B. die für 15 m, eine Horizontale zieht und in den Schnittpunkten dieser Horizontalen mit den Drehzahlstrahlen Lote errichtet, so entstehen durch den Schnitt dieser Lote mit dem nächst höheren Drehzahlstrahl rechtwinklige Dreiecke mit den Spitzen C_1, C_2 usw. Liegen diese Spitzen C_1 bis C_8 in der gleichen Höhe, so ist die Bank in bezug auf die Drehzahlen gesetzmäßig abgestuft, d. h. mit jeder Drehzahl erzielt man den gleichen Schnittgeschwindigkeitsbereich für die unter der Basis $A_1 A_2$ oder $A_2 A_3$ liegenden Werkstückdurchmesser.

Die im Diagramm Bild 26 wiedergegebene Abstufung zeigt also, daß die Maschine theoretisch nicht vollkommen genau abgestuft ist, denn wir sehen, daß der Schnittgeschwindigkeitsbereich z. B. zwischen den Stufen 134, 185 und 42 verschieden ist.

Wenn nun diese Abstufungen, die auf der hier gezeigten Maschine noch nicht erheblich sind, größer werden, so bleibt nichts weiter übrig als die Maschine in bezug auf ihre Umdrehungszahlen zu ändern. Selbstverständlich muß bis zur Durchführung der Änderung mit der fehlerhaften Abstufung gerechnet werden.

Man findet nun die genaue Abstufung in der Weise, daß man die zwischen der kleinsten und größten Stufe liegenden Drehzahlen geometrisch abstuft. Die Tourenzahlen müssen also eine geometrische Reihe bilden, deren Anfangs- und Endglied durch den Drehbereich der Drehbank gegeben sind; in unserem Falle würde das Anfangsglied dieser Reihe 13, das Endglied 264 sein. Ist der Koeffizient der geometrischen Reihe x , so ist das zweite Glied $13 \cdot x$, das dritte Glied $13 x^2$, das neunte Glied $13 x^8$. Es besteht also die Gleichung

$$13 x^8 = 264$$

$$x = \sqrt[8]{\frac{264}{13}} = 1,45.$$

Auf Grund dieses Koeffizienten würde sich dann die richtige Drehzahlreihe der Maschine wie folgt ergeben:

1. Stufe	. . . . .	13
2. "	$13 \cdot 1,45$	19
3. "	. . . . .	27,5
4. "	. . . . .	40
5. "	. . . . .	58,5
6. "	. . . . .	86
7. "	. . . . .	125
8. "	. . . . .	181
9. "	. . . . .	264

Im Bild 26 unten ist das Sägediagramm nach diesen Drehzahlen aufgezeichnet und man sieht, daß es jetzt den an die Abstufung der Maschine zu stellenden Bedingungen entspricht. Für jede Drehzahl ist der gleiche Schnittgeschwindigkeitsbereich vorhanden. Die zur Erzielung dieses Ergebnisses an der Maschine notwendigen Änderungen werden erreicht durch Änderungen der Deckenvorgelegeschleiben oder durch andere Durchmesser der Stufenscheiben.

b) Übermittlung der von der Kalkulation benutzten Werte an den Arbeiter.

Man darf nun an der Maschine das Finden der Drehzahl, die der Kalkulationsrechnung am nächsten kommt, natürlich nicht dem Arbeiter überlassen, sondern muß ihm ein leicht benutzbares Hilfsmittel an die Hand geben. Dieses Hilfsmittel ist eine Tafel lt. Bild 27, die an der Maschine befestigt wird. Auf dieser Tafel sind die üblicherweise an der Maschine zu erledigenden Arbeitsvorgänge: Schrappen, Drehen zum Schleifen,

Schlichten ohne Passung usw. oben aufgeführt, darunter die üblichen Spantiefen und die lt. Bild 22 I bis III zu ihnen gehörenden Vorschübe. Links findet man die an der Bank vorhandenen Drehzahlen und die Stufenscheibendurchmesser, die sie erzeugen. In Bild 27 hat die Maschine die gleichen Umdrehungen wie die im Sägediagramm Bild 26 dargestellten; sie werden erreicht durch eine Stufenscheibe mit 3 Stufen und 2 Vorgelegen im Verhältnis 1:3 und 1:10. Es werden nun für jeden der oben angeführten Arbeitsvorgänge diejenigen Durchmesser aus dem Sägediagramm Bild 26 entnommen, die den in 22 I bis III angenommenen Richtgeschwindigkeiten entsprechen. In Bild 28 ist die Herrichtung des Sägediagramms für diesen Zweck gegeben.

Für das Schruppen ist in Tabelle 22 I als Richtschnittgeschwindigkeit 15 m/Min. gewählt. In dem in Bild 28 wiederholten Sägediagramm wird zunächst einmal vom Schnittpunkt der 15 m-Linie mit jeder einzelnen n -Linie eine Vertikale bis zur nächsten n -Linie gezogen. Es entsteht so zwischen den Strahlen 26 und 18 z. B. ein rechtwinkliges Dreieck A, B, C . Würden die unter der Strecke $A—B$ liegenden Durchmesser 183 bis 268 mit der Tourenzahl 26 gedreht, so würde für die verschiedenen Durchmesser die in Frage kommende Schnittgeschwindigkeit von 15 bis 21,5 m variieren. Erst bei dem Durchmesser 268 würde es möglich sein, wieder — und zwar durch Benutzung der Tourenzahl 18 — auf die verlangte Richtschnittgeschwindigkeit von 15 m zu kommen.

Um nun die Anzahl der Durchmesser, die durchschnittlich mit 15 m gedreht werden können, zu erhöhen, wird der für die n -Linie 26 in Frage kommende Durchmesserbereich nach unten auf die Strecke $A_1—B_1$ verschoben und zwar ungefähr um die Hälfte der Strecke $C—B$. Nun werden mit der Drehzahl 26 die Durchmesser 159 bis 230 gedreht, und zwar erreicht man beim Durchmesser 159 eine Schnittgeschwindigkeit von 13 m und beim Durchmesser 230 eine solche von 18,7 m. Die 15 m-Linie geht also ungefähr durch die Mitte des Dreiecks A_1, B_1, C_1 .

Für jede n -Linie stellt man nun diesen Durchmesserbereich besonders fest und trägt ihn in die dem Arbeiter an die Bank zu gebende Tafel Nr. 27 ein.

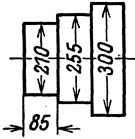
Wir finden also in Tabelle 27 für die Drehzahl 26, die mit dem Vorgelege 1:10 erzielt wird, für das Schruppen den oben ausgerechneten Durchmesserbereich von 159 bis 230. Der Arbeiter hat also für das Schruppen eines Werkstückes, das zwischen diesen Durchmessern liegt, mit der Stufe 1 und dem Vorgelege 1:10 zu arbeiten; er erzielt damit durchschnittlich die vom Kalkulator eingesetzte Schnittgeschwindigkeit von 15 m, und die Durchführung der Arbeit auf Grund der Rechnung ist gewährleistet.

So wie für das Schruppen werden die Durchmesserbereiche für eine bestimmte Drehzahl auch für die Richtgeschwindigkeit der übrigen Arbeitsvorgänge lt. Tafel 22 II bis III festgelegt und in die Anweisungstafel 27 eingetragen.

Die Tabelle 27 gibt also die Möglichkeit, in der kleinen Reihen- und Einzelfertigung dem Arbeiter das Finden derjenigen Schnittgeschwindigkeit auf der Bank zu ermöglichen, die der Kalkulator in seine Rechnung eingesetzt hat. Dieses Hilfsmittel ist überall dort anzuwenden, wo es nicht möglich ist, genau vorher zu bestimmen, auf welcher Maschine die Arbeit ausgeführt wird. Dieses Vorherbestimmen der Maschine, das nötig ist, wenn man mit ihren Vorschüben und Drehzahlen genau rechnen soll, erfordert selbstverständlich einen außerordentlich großen Organisationsapparat in der Form der Arbeitsverteilung. Es ist nun die Frage, ob die Aufziehung dieses Organisationsapparates auch wirklich wirtschaftlich ist.

Überall dort, wo kurze Arbeitsgänge sehr häufig wechseln, überall dort also, wo die Fabrikation spezialisiert ist, wird es nicht möglich sein, die zur Erledigung einer Arbeit später zu benutzende Maschine vorher genau zu bestimmen. Man muß bedenken, daß die Vorkalkulation in einem gut organisierten Betriebe ihre Aufgabe schon wochenlang beendet hat, bevor die Arbeit angefangen wird; die vorkalkulierte Zeit muß dem Meister jederzeit zur Verfügung stehen; sie darf nicht erst dann errechnet werden, wenn der Mann die Arbeit vorbekommt, sondern mit der Vorgabe des Materials muß auch die Zeit dem

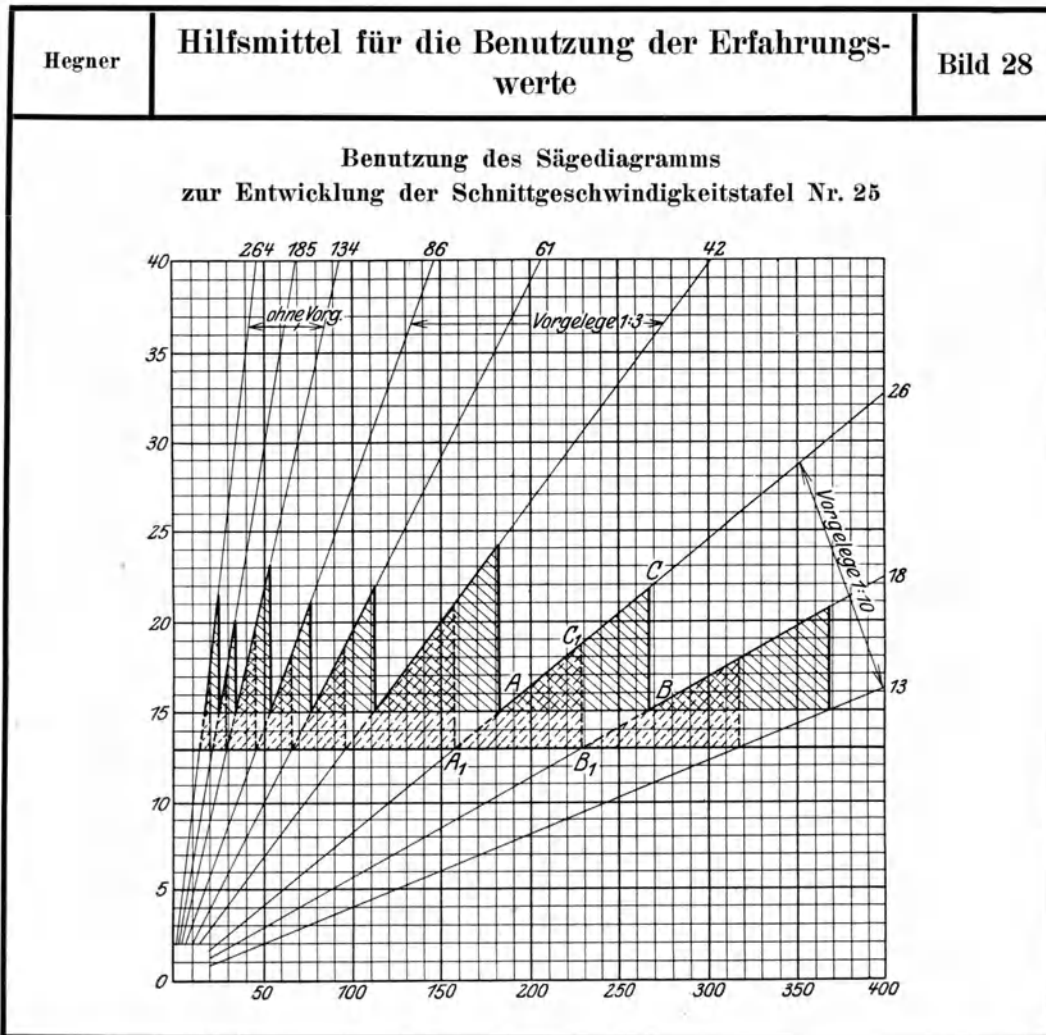
Hegner	Ermittlung von Akkordzeiten auf Grund von Erfahrungswerten	Bild 27
--------	--	---------



Durchmesserbereiche für die einzelnen Tourenzahlen beim Drehen von Werkstücken aus Maschinenstahl mit Schnellstahl ohne Kühlung

		Schruppen stabiler Wellen	Schruppen von nicht stabilen Werkstücken						Drehen zum Schleifen			Schlichten ohne Passung		Schlichten mit Passung				
			2	3	5	7	10	12	1	2	3	1	2		1			
Spantiefe		max. Querschn.																
Spanzahl		q = 9																
ohne Vorgelege	Ø	n																
	ohne Vorgelege	210	264	15/19 0,32	1/28 0,32	1/28 0,24							1/35 0,25	1/30 0,25	1/30 0,25	1/35 0,1	1/35 0,1	1/30 0,1
		255	185	20/30 0,45	26/40 0,35	29/35 0,18	20/30 0,35	29/35 0,25	20/30 0,25				36/50 0,30	31/43 0,30	31/49 0,30	36/50 0,1	36/50 0,1	31/49 0,1
		300	134	31/47 0,60	41/60 0,50	36/55 0,25	31/47 0,50	36/55 0,25	31/47 0,25	40/55 0,25	51/86 0,35	44/68 0,35	50/75 0,35	51/86 0,12	51/86 0,12	50/75 0,12		
Vorgelege 1:3	210	86	48/67 0,80	61/90 0,65	56/80 0,35	48/67 0,65	56/80 0,35	48/67 0,45	56/80 0,45	87/115 0,35	69/94 0,35	76/105 0,35	87/115 0,12	87/115 0,12	78/105 0,12			
	255	61	68/98 0,80	91/130 0,65	81/112 0,45	68/98 0,65	81/112 0,45	68/98 0,45	81/112 0,45	118/165 0,40	95/137 0,40	106/150 0,40	118/165 0,12	116/165 0,12	106/150 0,12			
	300	42	99/158 0,80	131/210 0,65	113/182 0,45	99/158 0,65	113/182 0,45	99/158 0,45	113/182 0,45	166/270 0,40	138/218 0,40	151/245 0,40	166/270 0,12	166/270 0,12	151/245 0,12			
Vorgelege 1:10	210	26	159/230 0,80	210/300 0,65	182/265 0,45	159/250 0,65	183/265 0,45	159/232 0,45	183/265 0,45	271/290 0,40	219/321 0,40	246/355 0,40	271/290 0,12	271/290 0,12	246/355 0,12			
	255	18	231/320 0,80	301/410 0,65	266/370 0,45	251/320 0,65	266/370 0,45	233/320 0,45	266/370 0,45	über 290 0,40	über 321 0,40	über 355 0,40	über 290 0,12	über 290 0,12	über 355 0,12			
	300	13	321/450 0,80	über 410 0,65	über 370 0,45	321/450 0,45	über 370 0,65	321/450 0,45	371/450 0,45							X		

Die Dezimalzahlen bedeuten den zu benutzenden Wert für den Vorschub in mm/Umdr.
 X Der erste Span wird als Span von 1 mm mit den für Drehen zum Schleifen festgestellten Drehzahlen und Vorschüben abgedreht.



Arbeiter übergeben werden. Es gibt nun einen Ausweg, um auch bei wechselnder Fabrikation die Maschinen vorher zu bestimmen und infolgedessen die Möglichkeit zu haben, auch die Kalkulation genau mit den an der Maschine vorhandenen Schnittgeschwindigkeiten und Vorschüben vorzunehmen. Diese Möglichkeit besteht darin, daß man die Maschinen zu Gruppen zusammenfaßt und sie zu mit gleichen Drehzahlen und Vorschüben ausrüstet. Die Werkstatt ist dann nicht auf die Benutzung einer bestimmten Maschine angewiesen, sondern kann mehrere verwenden und hat infolgedessen mehr Bewegungsfreiheit.

Aber überall dort, wo die Bearbeitungsvorgänge an der Maschine lange Zeit in Anspruch nehmen, muß der Kalkulator unbedingt die auf ihr vorhandenen Verhältnisse berücksichtigen. Dazu muß dann auch die Maschine genau festliegen, auf der die Arbeit vollführt wird. Das Mindeste, was der Kalkulator in solchen Fällen beachten muß, sind die an der Maschine wirklich vorhandenen Drehzahlen auf Grund des Sägediagramms. Auf Seite 57 ist gezeigt, wie man diese Drehzahlen findet. Man kann dann natürlich nicht mit der durch die Konstante k_0 (siehe Tab. 22 I bis III) verkürzten Formel für $t_h = \frac{Da \cdot \pi \cdot i L}{v \cdot s}$ rechnen, sondern muß die genauen Drehzahlen auch zum Rechnen benutzen. Es ist dann $t_h = \frac{L}{n \cdot s}$.

Das bisher entwickelte Sägediagramm hat einen Nachteil: Es gibt zwar die Möglichkeit, die Umdrehungszahl der Maschine zu benutzen, es läßt aber keine Möglichkeit zu, auch die Vorschübe einzusetzen. Daß bei ungünstig abgestuften Vorschüben die Schnittzeiten mitunter um 100% variieren können, dürfte ein Gang durch eine Werkstatt mit Maschinen alter Konstruktion lehren, auf denen oft nur 3 bis 4 Vorschübe vorhanden sind; es lassen sich nun natürlich auch die Vorschübe in das Sägediagramm einzeichnen und zur Rechnung benutzen.

c) Die Maschinenkarte des A. W. F.

Ein übersichtlicheres Hilfsmittel, um dem Kalkulator die Möglichkeit zu geben, nicht nur die an der Maschine vorhandenen Drehzahlen, sondern auch die an der Maschine vorhandenen Vorschübe zu seiner Rechnung zu gebrauchen, gibt die Maschinenkarte, die als Rechnungshilfsmittel für die Kalkulation von dem Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung für alle Maschinentypen geschaffen worden ist. Auch hier sei wieder an dem Beispiel der bisher benutzten Drehbank der Gebrauch einer solchen Maschinenkarte zum Zwecke der Ausführung der Kalkulationsrechnungen besprochen.

Die Maschinenkarte hat Vordrucke auf der Vorderseite nach Bild 29 und auf der Rückseite nach Bild 30. Die Ausfüllung der Vorderseite dürfte durch das Beispiel genügend geklärt sein. Eines Hinweises bedarf es höchstens für die Ausfüllung einiger Spalten.

Unter „Gruppe“ versteht man das in vielen Werken gebräuchliche Zusammenfassen mehrerer ähnlicher Maschinentypen, das bereits vorhin erwähnt wurde. So werden z. B. Drehbänke mit gleichen Umdrehungszahlen und gleichen Leistungen mit einem bestimmten Buchstaben bezeichnet, um die Verteilung der Arbeiten nicht auf eine, sondern auf mehrere gleichartige Maschinen zu ermöglichen.

Unter „Gütegrad“ soll ein Hinweis gegeben werden für die Verteilung besonders genauer Arbeiten.

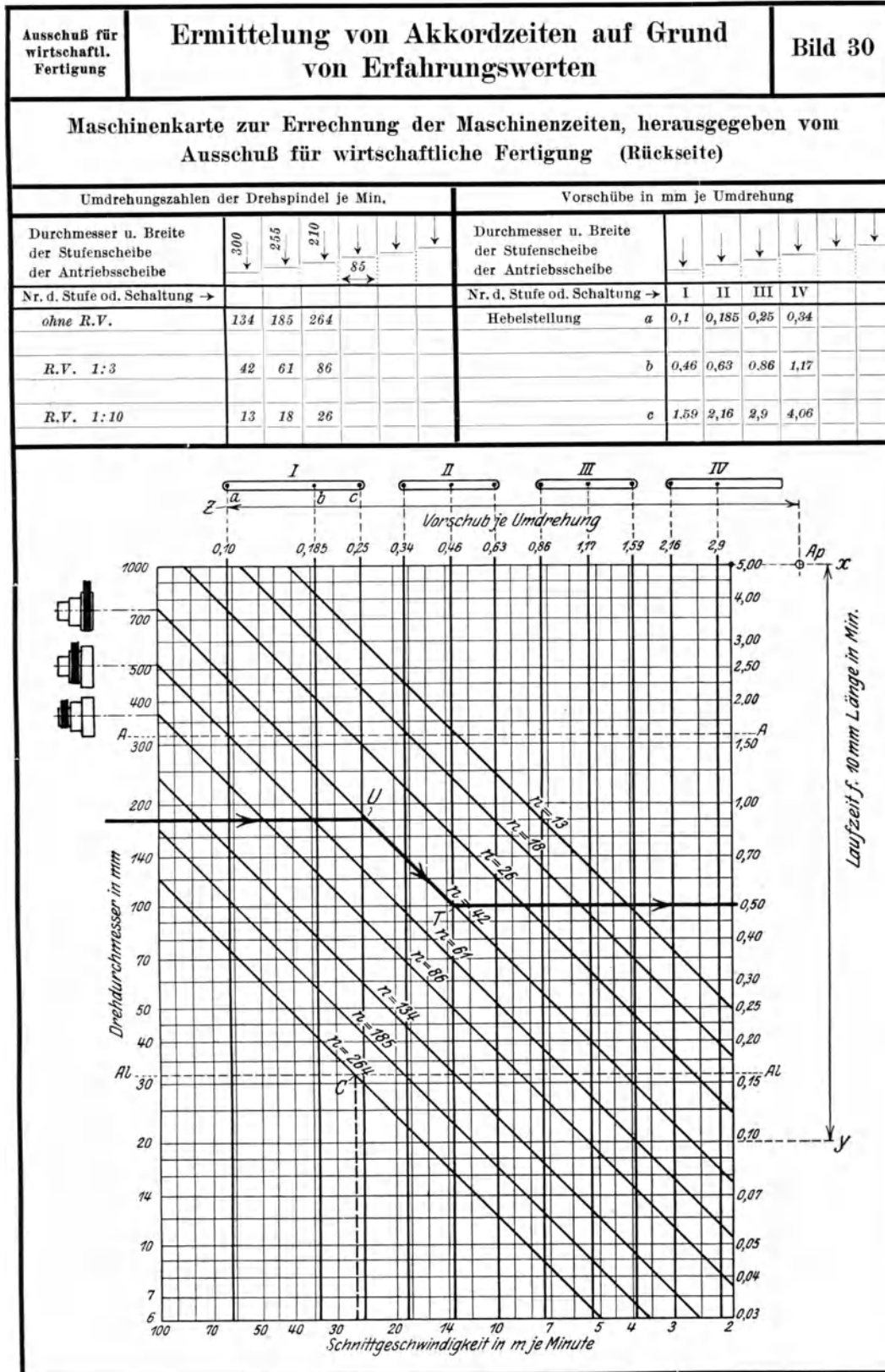
Als „Kraftbedarf“ ist nicht ohne weiteres der vom Hersteller angegebene einzusetzen; es empfiehlt sich vielmehr, eine Nachrechnung auf Grund der Riemenbreite und der Riemengeschwindigkeit vorzunehmen, oder aber den Kraftbedarf zu messen.

Unter der Rubrik „Höchstleistung“ ist, wenn genauere Methoden, die später beschrieben sind, nicht zur Durchführung gelangen, der durch die Versuche lt. Bild 21 gefundene größte Querschnitt einzusetzen.

Auf der Rückseite Bild 30 werden zunächst die Drehzahlen und Vorschübe, die an der Maschine vorhanden sind, in die Tabelle eingetragen. Dabei sind die auf den Drehzahlschildern der Maschine angegebenen Zahlen mit den tatsächlichen Verhältnissen zu überprüfen, denn nur die wirklich an der Maschine erreichten Drehzahlen und Schnittgeschwindigkeiten dürfen eingetragen und zur Rechnung benutzt werden.

Zur Ausführung der Rechnung selbst wird das auf der Rückseite der Karte aufgezeichnete logarithmische Netz Bild 30 unten benutzt. In dieses Netz werden sowohl die Tourenzahlen wie die Vorschübe eingetragen. Ausführliche Vorschriften über das Eintragen dieser beiden Größen werden in einer besonderen Anleitung ebenso wie die Karten selbst von dem Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung, Berlin, vertrieben. Es sei nur das Eintragen einiger Werte beispielsweise gezeigt:

Zum Auftragen benutzt man die beiden punktiert eingezeichneten Auftragslinien A_1 . Für das Eintragen der Umdrehungszahlen 20 bis 1000 sucht man für die durch Division mit 10 erhaltenen gleich bezifferten Werte auf der unteren Schnittgeschwindigkeitsteilung und geht von hier aus senkrecht in die Höhe bis zur unteren Auftragslinie A_1 . Durch diesen Schnittpunkt zieht man unter 45° von rechts unten nach links oben eine Gerade, die der gewünschten Umdrehungszahl entspricht. Kleinere Umdrehungszahlen werden von der oberen Auftragslinie A_1 aus eingezeichnet. Die Drehzahl 264 wird also in der Weise eingezeichnet, daß man von der Schnittgeschwindigkeitsskala 26,4 nach oben geht



bis zum Schnittpunkt C mit der Auftragslinie A_p . Durch diesen Schnittpunkt wird dann unter 45° die n -Linie 264 eingezeichnet.

Das Auftragen der Vorschublinien geschieht vom Auftragspunkt A_p aus. Für Vorschübe 0,06 bis 3 suche man den gleich bezifferten Wert auf der rechten Seite der Laufzeitskala, dann mißt man die Strecke von dem umgrenzten Punkt 5 bis zu dem gewünschten Vorschubwert ab und trägt sie vom Punkte A_p rechts oben nach links auf der Vorschubskala ab. Durch den Endpunkt ziehe man dann die Vorschublinie.

Um den Vorschub 0,1 mm aufzutragen, nimmt man also die Strecke xy von 5 bis 0,1 in den Zirkel und trägt sie vom Punkte A_p aus nach links auf der oberen Abszisse bis zum Punkte Z ab; dann zieht man durch Z die Vorschublinie.

Nachdem die Vorschublinien und die Drehzahllinien eingezeichnet sind, kann man auch noch das Schaltschema für die Erzielung der einzelnen Umdrehungs- und Vorschubgrößen einzeichnen wie es in Bild 30 links durchgeführt ist. Dieses Einzeichnen wird aber nur dann benötigt, wenn die Maschinenkarten dazu benutzt werden, Arbeitsunterweisungskarten (siehe Bild 44 und 45) auszuschreiben, auf denen die Lage der Riemen oder die Rasten für diejenigen Schaltungen angegeben werden, mit deren Hilfe der Arbeiter Umdrehungszahl und Vorschub an der Maschine einstellen kann. Die Art, wie der Kalkulator mit der so vorbereiteten Maschinenkarte seine Rechnung ausführt, ist am besten an einem Beispiel zu verfolgen:

Suche die Zeit für das Drehen zum Schleifen für 10 mm Länge bei einem Durchmesser von 180 mm und einer Spannhöhe von 2 mm; als Richtwerte für v und s sind lt. Tafel 22 III wieder für $v = 22$ m und für $s = 0,4$ mm gefunden.

Suche auf der Durchmesserskala den Punkt 180 und folge der Horizontalen nach rechts bis zum Schnittpunkt U mit derjenigen n -Linie, die der verlangten Schnittgeschwindigkeit von 22 m am nächsten kommt; das ist die n -Linie 42. Verfolgt man nämlich den Punkt U nach unten, so sieht man, daß man zwar nicht die Schnittgeschwindigkeit 22, wohl aber die Schnittgeschwindigkeit 24 m erreicht hat. Diejenige, die man mit der nächsten Tourenzahl 26 erreichen würde, würde ca. 15 m sein. Sie würde also von der Richtschnittgeschwindigkeit weiter entfernt sein, als die mit der Drehzahl 42 erreichte. Nun verfolgt man die n -Linie 42 nach unten bis zum Schnittpunkt T mit der Vorschublinie 0,46, die dem verlangten Richtwert von 0,4 am nächsten kommt. Von T aus geht man die Horizontale bis zum Schnittpunkt mit der rechtsliegenden Laufzeitskala für 10 mm Drehweg; dieser erfolgt in 0,50. Die Laufzeit für 10 mm Drehlänge ist beim Drehen von $\varnothing 180$ mit einer Schnittgeschwindigkeit von ca. 22 m und einem Vorschub von ca. 0,4 also 0,50 Min. Die eigentliche Drehzeit ist noch zu multiplizieren mit der Gesamtlänge und der Kalkulator hat denjenigen Wert für die Maschinenzeit gefunden, der mit den an der Maschine befindlichen Verhältnissen vollkommen im Einklang steht. Die so gefundene Drehzeit entspricht der Zeit t_h im Schema 2 oder 3 und enthält also keine Zuschläge für t_v und t_m .

Die scheinbar umständliche graphische Rechnung erweist sich bei längerem Gebrauch als außerordentlich zetersparend, und überall dort, wo man nicht mit durchschnittlicher Geschwindigkeit rechnen kann, sondern wo man für längere Laufzeiten und größere Stückzahlen die an der Maschine befindlichen Werte einsetzen muß, ist der Gebrauch der Karten dringend zu empfehlen. Die Karten sind für jeden Maschinentyp ausgebildet; ihre Handhabung ist überall ähnlich und durch ausführliche Gebrauchsanweisungen einwandfrei festgelegt.

VII. Entwicklung von Kalkulationsunterlagen für die Nebenzeiten in der Dreherei.

a) Zeiten für das Spannen.

Das Schema Bild 18 gibt Aufschluß über die Unterteilung, die eine Gebrauchstabelle für das Spannen von Werkstücken aufweisen muß.

Die Zeitwerte für die im Schema erwähnten Griffkomplexe werden ähnlich gebildet, wie es beim Einrichten in Tabelle 19 unten geschehen ist. Es sind also in Tabelle 31

Ludw. Loewe & Co. A.-G.		Ermittlung von Akkordzeiten durch Erfahrungswerte			Bild 31	
Spannzeiten in der Dreherei in Minuten						
Lfd. Nr.	Art des Spannens	— 2,5 kg leicht. Stück	— 5 kg leicht. Stück	— 25 kg schwer. Stück	über 25 kg	
1	Spannen zwischen Spitzen	0,4	0,6	1,3		
2	„ auf Drehdorn zwischen Spitzen	1,3	1,7	3		
3	„ expand. Dorn	0,8	1,3	2,1		
4	„ expand. Dorn im Konus	0,3	0,6	1,3		
5	„ Dreibackenfutter	0,25	0,4	0,6		
6	„ Klemmfutter	0,4	0,6	1,3		
7	„ Planscheibe	0,8	1,3	1,7		
8	„ für Lünette	0,4	0,4	0,6	Zuschlag	
9	Zuschlag für Hilfe des 2. Mannes				1,7	
10	„ „ „ „ Flaschenzuges				3,5	
11	„ „ „ „ Kranes				8	

zunächst einmal alle Spannarten aufgeführt, die in der Dreherei vorkommen. Die Zeiten für diese Spannvorgänge richten sich auf Grund des Schemas

- nach der Schwere des Werkstückes,
- nach der Größe des Werkzeuges,
- nach der Genauigkeit, mit der gespannt werden soll.

Da nun normalerweise die schweren Werkstücke auch mit größeren Spannwerkzeugen gespannt werden, so dürfte es für solche auf Erfahrungswerten aufgebauten Tabellen genügen, wenn man nur nach dem Gewicht der Werkstücke die Spannzeiten abstuft.

Die Genauigkeit des Spannvorganges findet Berücksichtigung in der Art der verwendeten Spannwerkzeuge. So bedeutet z. B. das Spannen im Klemmfutter und das Spannen in der Lünette einen Spannvorgang, dessen Genauigkeit in der höher eingesetzten Zeit für diesen Spannvorgang berücksichtigt ist.

Die Benutzung der Tabelle geschieht in der Weise, daß man diejenige Rubrik aufsucht, die dem Spannvorgang und dem geschätzten Werkstückgewicht entspricht. So würde z. B. das Spannen eines Rades im Gewicht von 4 kg in einem Dreibackenfutter nach Pos. 5b mit 0,4 Minuten zu bewerten sein. Wenn ein derartiges Werkstück noch besonders ausgerichtet werden muß, ist dieser Arbeitsvorgang natürlich besonders zu kalkulieren. Dafür lassen sich aber Richtzeiten kaum schaffen, da die Schwierigkeit des Ausrichtens sich nach der Form des Werkstückes richtet; das muß von Fall zu Fall beurteilt werden.

b) Zeiten für Anstellen und Messen.

Zum Aufbau der Werte für das Anstellen und Messen von Spänen wenden wir uns wieder an das Schema Bild 18; es zeigt, daß wir die Unterteilung zunächst zu treffen haben nach den Arbeitsvorgängen des Schruppens, Schlichtens usw. Für jeden dieser Vorgänge werden die benötigten Zeiten verschieden sein je nach der Größe der Maschine, an der die Griffe ausgeübt werden, und weiter werden Durchmesser und Länge des Werkstückes Einfluß auf die Endwerte haben.

Hegner	Ermittlung von Akkordzeiten durch Erfahrungswerte				Bild 32	
Nebenzeit t_n für Anstellen und Messen in Minuten						
	Pos.	Griffe zum Anstellen des Stahles	Spitzenhöhe der Maschine			
			150 mm	200 mm	250 mm	
Anstellen	1	Stahl zum Schnitt stellen und einspannen	0,25	0,35	0,40	
	2	Vorschub und Schnittgeschwindigkeit ändern	0,18	0,18	0,25	
	3	Maschine ein- und ausrücken	0,04	0,05	0,07	
	4	Stahl roh anstellen	0,04	0,06	0,07	
	5	Stahl nach Maß genau anstellen	0,07	0,08	0,10	
	6	Support zurückkurbeln	0,04	0,07	0,08	
				0,79	0,97	
	Pos.	Griffe zum Messen	Werkstücklänge in mm			
			bis 100	bis 300	über 300	
Messen	7	roh messen	bis 180 \varnothing	0,03	0,04	0,05
	8		über 180 \varnothing	0,04	0,05	0,06
	9	messen für Drehen zum Schleifen	bis 180 \varnothing	0,07	0,08	0,10
	10		über 180 \varnothing	0,08	0,10	0,13
	11	messen für Drehen nach Schublehre	bis 180 \varnothing	0,10	0,13	0,15
	12		über 180 \varnothing	0,13	0,15	0,17
	13	messen für Drehen nach Tol.-Lehre	bis 180 \varnothing	0,35	0,40	0,50
	14		über 180 \varnothing	0,40	0,50	0,70

Als Hilfsmittel zum Anstellen und Messen der Späne wird das Vorhandensein von Skalen angenommen.

Die Zeiten für das Anstellen und Messen können miteinander zu einem Wert verbunden werden, denn jedes Anstellen eines Stahles erfordert auch zugleich einen Meßvorgang.

In Tabelle 32 sind zunächst, ähnlich wie es bei der Entwicklung der Einrichtezzeiten geschah, die Grundzeiten aufgeführt, d. h. diejenigen Griffe, die — allerdings in verschiedenen Kombinationen — immer wieder beim Anstellen und Messen vorkommen. Die Unterteilung der Griffe ist nach dem Schema Bild 18 roh durchgeführt. Die Zeiten sind dann durch Erfahrungswerte, die in der Werkstatt durch Abstoppen überprüft sind, gebildet. Aus dieser Grundtabelle sind dann diejenigen Griffkomplexe zusammengestellt, die für das Anstellen und Messen — abgestuft nach den Arbeitsvorgängen, den Drehdurchmessern und den Längen der Werkstücke — in Frage kommen. Die Durchführung der Entwicklung der Anstell- und Meßzeiten ist in Bild 33 oben an dem Beispiel der Zu-

Hegner		Ermittlung von Akkordzeiten durch Erfahrungswerte			Bild 33		
Zusammenstellung der Griffzeit für Anstellen und Messen für das Drehen zum Schleifen an einer Maschine mit 200 mm Spitzenhöhe							
Nr.	Reihenfolge der Griffe	Pos.	Werkstücklänge				
			bis 100	bis 300	über 300		
1	Stahl zum Schnitt stellen und einstellen	1	0,35	0,35	0,35		
2	Vorschub und Schnittgeschwindigkeit ändern	2	0,18	0,18	0,18		
3	Werkstück roh messen	7	0,03	0,04	0,05		
4	Stahl roh anstellen	4	0,06	0,06	0,06		
5	Maschine einrücken (andrehen), Maschine ausrücken	3	0,05	0,05	0,05		
6	Vormessen (roh messen)	7	0,03	0,04	0,05		
7	Stahl auf Maß stellen	5	0,08	0,08	0,08		
8	Maschine einrücken (drehen), Maschine ausrücken	3	0,05	0,05	0,05		
9	Support zurückkurbeln	6	0,07	0,07	0,07		
10	Nachmessen	9	0,07	0,08	0,10		
11		Sa.	0,97	1,00	1,04		
Gebrauchstabelle für Anstell- und Meßzeiten							
		Bis 100 lang		Bis 300 lang		Über 300 lang	
		bis 180 Ø	über 180 Ø	bis 180 Ø	über 180 Ø	bis 180 Ø	über 180 Ø
Schruppen	1. Span	0,95	0,95	0,95	0,95	1,00	1,00
	jeder weitere Span	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Drehen zum Schleifen	1. Span	0,95 ×	1,00	1,00 ×	1,00	1,00 ×	1,05
	jeder weitere Span	0,25	0,30	0,30	0,30	0,30	0,35
Schlichten n. Schublehre	1. Span	1,10	1,25	1,10	1,25	1,20	1,30
	jeder weitere Span	0,40	0,50	0,50	0,55	0,50	0,55
Schlichten n. Passung	1. Span	1,40	1,50	1,45	1,60	1,55	1,80
	jeder weitere Span	1,05	1,15	1,10	1,25	1,20	1,45

sammenstellung der Zeiten für Anstellen und Messen eines Spanes für das Drehen zum Schleifen gezeigt. Diese entwickelten Zeiten sind in der Gebrauchstabelle durch × gekennzeichnet. Der größere Teil der übrigen in der Gebrauchstabelle stehenden Werte ist in ähnlicher Weise berechnet, die nicht berechneten sind durch Interpolation gebildet.

Aus der Gebrauchstabelle findet nun der Kalkulator diejenigen Werte für das Anstellen und Messen, die er für seine Kalkulationsrechnung benutzen soll. Der hier gezeigte Weg der Entwicklung der Zeiten für die Griffe und ihre Zusammenstellung zu Griffkomplexen ist als grundlegend für die Ermittlung der Nebenzeiten anzusehen. Wir werden später dieses System noch weiter ausbauen, besonders wenn wir genaue Werte für die Grundzeiten durch Zeitstudien in der Werkstatt finden wollen.

VIII. Rechnen eines Beispielles mit den in Abs. III bis VII gebildeten Unterlagen.

Mit den in Tabelle 19, 22, 32 und 33 gegebenen Gebrauchstabellen ist nun der Kalkulator in der Lage, alle in der Dreherei vorkommenden Arbeitsvorgänge zu berechnen. Wir wollen diese Rechnung durchführen an dem in Bild 34 gezeigten Radbolzen. Dieser Radbolzen soll aus dem Vollen heraus geschruppt, zum Schleifen gedreht, seine beiden Flächen sauber hochgezogen und an der Stelle f mit einem Einstich versehen werden. Das Material des Bolzens hat 60 kg Festigkeit und die zur Verfügung stehende Maschine hat eine Riemenbreite von 85 mm.

D. Kalkulationsunterlagen auf Grund von Zeitstudien.

I. Einführung in die Zeitstudien.

In den bisher genannten Methoden wurden die Werte, die dem Kalkulator in der Form von Unterlagen in die Hand gegeben wurden, durch Schätzen oder durch systematische Zusammenstellung von Erfahrungswerten, oder durch oberflächliche Messungen in der Werkstatt in der Form von Versuchen gebildet. Alle diese Methoden ergaben natürlich — zur Kalkulationsrechnung benutzt — ungenaue und anfechtbare Werte. An Stelle der noch so sorgfältig auf die genannte Weise ermittelten Zeiten müssen gemessene treten. Das Mittel, Unterlagen zu schaffen, die gemessene Werte enthalten, ist die Vornahme von Zeitstudien.

Es kann nicht Aufgabe des vorliegenden Werkes sein, ausführlich über die Vornahme von Zeitstudien zu berichten; es würde dies seinen Umfang verdoppeln. Es sei für das Studium der Einzelheiten auf das Werk: „Wie macht man Zeitstudien?“ von E. Michel, Verlag des Vereins deutscher Ingenieure, Berlin, und auf die Veröffentlichungen des Aw.F.-Berlin verwiesen.

Gerade Veröffentlichungen von Kalkulationsergebnissen auf Grund von Zeitstudien sind es, die man heutzutage immer wieder in den Zeitschriften findet, und trotzdem studiert der Kalkulator diese Veröffentlichungen meist mit dem Erfolg, daß er feststellt, daß das Gebotene für seinen Betrieb nicht zu verwenden ist. Es liegt das daran, daß der Begriff „Zeitstudie“ meist nur in bezug auf die Massenfabrikation Anwendung findet, und daß bisher eine systematische Anleitung zur Verwendung der Zeitstudie für jedes Fertigungsgebiet fehlte. Wir werden deshalb in folgendem getrennt betrachten die Vornahme von Zeitstudien zur Bildung von Kalkulationsunterlagen

- für die Massenfertigung,
- für die große Reihenfertigung,
- für die kleine Reihen- und Einzelfertigung.

Für die Vornahme von Zeitstudien sei wenigstens eine rohe Einführung gegeben.

a) Begriff der Zeitstudien.

Der Name sagt schon, daß man bei einer Zeitstudie die Zeit studiert, die für den Arbeitsvorgang benötigt wird, d. h. daß man den Ursachen der Herstellungsvorgänge auf den Grund geht. Dies kann nach zwei Gesichtspunkten hin geschehen:

- dadurch, daß man die Art, wie die Arbeit erledigt wird, studiert, und
- dadurch, daß man die Zeit, in der sie erledigt wird, studiert.

b) Zweck der Zeitstudien.

Aus dieser Zweiteilung ergibt sich der Zweck der Zeitstudien. Sie sollen also die Art der Herstellung kritisieren, Veranlassung zur Verbesserung der bisher angewendeten Herstellungsweise geben, und endlich die Zeit messen, die die durchschnittlich günstigste für die Erledigung der Arbeit ist, damit man sie dann zur Feststellung des Entgeltes für den die Arbeit ausführenden Arbeiter benutzen kann.

Hegner		Ermittlung von Akkordzeiten durch Erfahrungswerte					Bild 34		
<p>Kalkulation für das Drehen zum Schleifen eines Radbolzens 120 Ø einschließlich des Schleifeinstichs. Material: M.-Stahl 60 kg/mm² Festigkeit auf Masch. mit 85 mm Riemenbreite</p>									
<p>Die Flächen <i>b</i>, <i>c</i>, <i>d</i>, <i>e</i> werden fertig gedreht</p>									
Arbeitsstufe Nr.	Arbeitsstufe	Kalkulat.-Unterlage Nr.	Spanntiefe	<i>i, v, s</i>	Formel für die Laufzeit	Masch.-Zeit Min.	Handzeit Min.	Sa. Min.	
<i>t_{ee}</i>	1 lt. A 1	19					6,7	<i>t_{ee}</i> = 16,2	
	2 lt. B 2	19					4,-		
	3 lt. B 3	19					2,5		
	4 lt. B 4	19					3,-		
<i>t_h</i> und <i>t_n</i>	5 spannen	31.1					1,3	<i>t_h</i> = 9,77	
	6 Span anstellen u. messen	33		für schrappen			0,95		
	7 schrappen von Ø „ <i>a</i> “	22 I	15	1 × 15 m × 0,60	$\frac{126 \times 153}{2900}$	6,6			
	8 Span anstellen u. messen	33		für schrappen			0,25		
	9 schrappen von Ø „ <i>a</i> “	22 I	15	1 × 15 m × 0,60	$\frac{96 \times 153}{2900}$	5,0			
	10 2×Span anstell. u. messen	33			1 + 0,3 =		1,3		
	11 drehen z. Schleif. v. Ø „ <i>a</i> “	22 III	3	2 × 24 m × 0,35	$\frac{66 \times 153}{1300}$	7,6			
	12 spannen	31.1					1,3		
	13 2×Span anstell. u. messen	33		f. dreh. z. Schleif.	1 + 0,3 =		1,3		
	14 drehen z. Schleif. v. Ø „ <i>b</i> “	22 III	3	2 × 24 m × 0,40	$\frac{126 \times 78}{1500}$	6,4			
<i>t_n</i>	15 spannen	31.1					1,3	<i>t_n</i> = 17,10	
	16 2×Span anstell. u. messen	33		für schrappen	0,95 + 0,25 =		1,2		
	17 Ecke ausstechen bei „ <i>e</i> “		15	2 × 15 m × 0,2	$\frac{120 \times 30}{480}$	7,5			
	18 2×Span anstell. u. messen	33		f. schlicht. n. Schubl.	1,10 + 0,40 =		1,5		
	19 glattdrehen von „ <i>e</i> “	22 III	2	1 × 26 m × 0,4 1 × 26 m × 0,12	$\frac{120 \times 33}{765}$	5,2			
	20 2×Span anstell. u. messen	33		f. schlicht. n. Schubl.	1,10 + 0,40 =		1,5		
	21 glattdrehen von „ <i>d</i> “	22 III	2	1 × 26 m × 0,35 1 × 26 m × 0,12	$\frac{60 \times 33}{740}$	2,7			
	22 spannen	31.1					1,3		
	23 2×Span anstell. u. messen	33		f. schlicht. n. Schubl.	1,10 + 0,40 =		1,5		
	24 glattdrehen von „ <i>c</i> “	22 III	2	1 × 26 m × 0,40 1 × 26 m × 0,12	$\frac{120 \times 63}{765}$	9,9			
	25 spannen	31.1					1,3		
	26 Span anstellen u. messen	33		f. schlicht. n. Schubl.			1,10		
	27 Schleifeinstich bei „ <i>f</i> “			1 × 22 m × 0,02	$\frac{60 \times 0,15}{140}$	0,07			
$t_{ee} = 16,2$ $15^0/0 \frac{t_v}{t_e} = 2,4$ $t_e = 18,6$ $t_{em} = 1,2 \cdot t_e = 22,-$		$t_h = 50,97$ $t_n = 17,10$ $t_1 = 68,07$ $15^0/0 \frac{t_v}{t_n} = 10,03$ $t_{st} = 78,1 \text{ Min.}$		$50,97 + 17,10 = 68,07$ $t_{stm} = 1,2 \cdot t_{st} = 1,2 \cdot 78,1 = 93,-$					

Die Etappen bei einer Zeitaufnahme sind also folgende:

Die erste Zeitaufnahme ist nichts weiter als eine schriftlich niedergelegte Kopie des Arbeitsvorganges, so wie er von dem Arbeiter ausgeführt wird, mit allen nötigen und unnötigen, mit allen richtigen und falschen Tätigkeiten. Dadurch, daß ein erstklassiger Fachmann — und nur ein solcher kann zu Zeitstudien verwendet werden — die kleinsten Elemente des Fertigungsvorganges von Anfang bis zu Ende begutachtet, werden die Fehler in der Fabrikation schriftlich kenntlich gemacht, die in falscher Vorbereitung der Arbeit, in der Wahl einer falschen Maschine, in der Wahl eines falschen Werkzeuges, in falscher Organisation oder in falscher Ausführung der Arbeit liegen. Die Zeitstudie leuchtet also gewissermaßen wie eine Handlaterne in die entlegensten Winkel des Fertigungsvorganges hinein und bringt niederschriftlich alles das ans Tageslicht, was sonst unbeachtet an Fehlern, oft an unglaublichen Fehlern, im Betrieb vorhanden ist. Nach dieser ersten Zeitaufnahme soll nun die Verbesserung des Arbeitsvorganges durch Abhilfe aller vorher schriftlich niedergelegten Fehler erfolgen. Diese Abhilfe bedingt oft genug eine vollständige Umstellung des Arbeitsvorganges, oft genug die Wahl einer besonderen Maschine, die Schaffung von neuen Werkzeugen. Derartige Fabrikationsverbesserungen sind von den Betriebsingenieuren natürlich schon immer gemacht worden, aber erst durch das in dem Wesen der Zeitstudie liegende systematische Beobachten, durch das systematische Suchen und Abhelfen von Fehlzeiten und Falscharbeit liegt dasjenige Element der Zeitstudie, das sie zum unentbehrlichen Hilfsmittel der modernen Betriebsführung macht. Dieses systematische Suchen nach Fehlern und die systematische Verbesserung der Fabrikationseinrichtungen bezeichnet man als Rationalisierung. Die erfolgte Rationalisierung wird sich aber erst dann im Betrieb durchsetzen, wenn die Erledigung des durch die Rationalisierung verbesserten Fabrikationsvorganges dem Arbeiter vorgeschrieben wird.

Die nächste Aufgabe ist also, auf Grund der Rationalisierung eine für den Arbeiter verbindliche Arbeitsunterweisung zu schaffen, die ihm jedesmal dann in die Hand gegeben wird, wenn er die bereits rationalisierte Arbeitsaufgabe wieder zur Erledigung bekommt. Der auf Grund der Unterweisung von dem Arbeiter ausgeführte Arbeitsvorgang dient dann in einer zweiten Zeitaufnahme zur Feststellung der Bearbeitungszeit, und nun endlich erfolgt die Auswertung der Zeitaufnahme zum Zwecke der Bildung von Kalkulationsunterlagen. Die Etappen, die wir für eine vollkommene Zeitaufnahme bis zur Bildung von Kalkulationsunterlagen kennen gelernt haben, sind also folgende:

1. Zeitaufnahme des Arbeitsvorganges, so wie er von dem Arbeiter erledigt wird.
2. Rationalisierung des Arbeitsvorganges.
3. Schaffung einer Arbeitsunterweisung zur Durchführung des rationalisierten Arbeitsvorganges.
4. Zeitstudie zur Feststellung der endgültigen Herstellungszeit.
5. Auswertung der Zeitstudie zur Bildung von Kalkulationsunterlagen.

Nun wird man sich mit Recht sagen, daß das hier aufgeführte Programm für die Vornahme von Zeitstudien dann nicht immer durchführbar ist, wenn man die Zeitstudie zur Schaffung von Kalkulationsunterlagen schnell benutzen will. Der Kalkulator kann mit der Ermittlung der Arbeitszeit nicht warten, bis die Rationalisierung, die sich ja doch oft über Wochen und Monate erstreckt, durchgeführt ist. Es ist selbstverständlich, daß in solchen Fällen die Zeitstudie zunächst einmal unter Ausschaltung der Rationalisierung und Arbeitsunterweisung zur Bildung von Kalkulationsunterlagen herangezogen wird. Die Durchführungsmöglichkeit der Rationalisierung hängt ja von so außerordentlich vielen Betriebsumständen ab, daß man für den Vorkalkulator selbstverständlich nicht die strikte Forderung aufstellen kann: erst rationalisieren und dann kalkulieren. Zudem ist es wenigstens für größere Betriebe absolut nicht zu empfehlen, dem Vorkalkulator alle fünf vorhin aufgezählten Tätigkeiten aufzubürden; er würde ja dann niemals zur Erledigung der Kalkulationsarbeit kommen. Die Aufgabe der Rationalisierung ist viel mehr von einem

besonderen Beamten oder einem besonderen Büro vorzunehmen; sie liegt ja auch viel mehr auf betriebstechnischem als auf kalkulatorischem Gebiet. Die nachfolgenden Beispiele — besonders ausführlich das der großen Reihenfertigung Bild 48 und folgende — werden aber zeigen, daß der Hauptwert der Zeitstudie in der Rationalisierung liegt; sie verschafft mitunter gewaltige Ersparnisse an Produktionszeit. Die Zeitstudie ist gewiß ebenfalls ein unentbehrliches Mittel zur Bildung von Kalkulationsunterlagen, aber ihr Hauptwert liegt in der Rationalisierung; die gewonnenen Kalkulationsunterlagen sind gewissermaßen nur das Abfallprodukt.

e) Ausführung der Zeitstudien.

Die Vornahme von Zeitstudien ist in dem bereits erwähnten Werk von Michel: „Wie macht man Zeitstudien?“ ausführlich geschildert. Eine ausführliche Abhandlung über das gleiche Thema findet man in den Veröffentlichungen der Arbeiten des „Ausschusses für Handzeiten beim A. w. F.“; sie stellen den Extrakt aus den Erfahrungen dar, die die Gemeinschaftsarbeit dieses Ausschusses in jahrelangen Beratungen aus der Praxis heraus gesammelt hat. Die ausführliche Schrift erscheint 1927 und ist von dem genannten Ausschuß zu beziehen.

Bei der hier gezeigten Durchführung der Zeitstudien sind die Richtlinien und Formulare dieses Ausschusses verwendet. Sie können Anspruch erheben auf besonders gründliche Durcharbeitung, sind sie doch unter Mitwirkung namhafter Betriebsfachleute, die Erfahrungen auf diesem Gebiete haben, entstanden; sie sind daher für alle Betriebsverhältnisse zugeschnitten und anwendbar.

1. Der Zeitaufnahmebeamte. Er soll ein praktisch besonders erfahrener Betriebsfachmann sein, der die Bearbeitungsvorgänge auf ihre technisch-richtige Durchführung und Zeitdauer zu überprüfen in der Lage ist.

2. Hilfsmittel. Zeitaufnahmen werden gemacht mit Hilfe von Stoppuhren, mit Hilfe von photographischen Aufnahmen und mit Hilfe von Filmaufnahmen in Verbindung mit Stoppuhren. Die beiden letzten Arten sind natürlich nur für eine besonders große Massenanfertigung lohnend und wirtschaftlich und dienen besonders dazu, in der Form von Bewegungsstudien die zweckmäßigsten Bewegungen bei Ausführung der Arbeit festzulegen. Diese beiden Hilfsmittel sollen, da sie für die weitaus meisten Betriebsverhältnisse kaum in Frage kommen, nicht berücksichtigt werden.

Das gebräuchlichste Hilfsmittel zur Erledigung der Zeitaufnahmen ist auch heute noch die Stoppuhr. Der genannte Ausschuß hat sich eingehend mit der praktischsten Ausgestaltung einer solchen Stoppuhr beschäftigt; die Richtlinien für Konstruktion und Gebrauch solcher Stoppuhren finden sich in der oben genannten Abhandlung des A. w. F. Die Kennzeichen einer praktischen Stoppuhr (Bild 35) sind, daß sie aus einem besonders großen Zifferblatt besteht, daß die Minuten- und Sekundenzeiger zentrisch zueinander liegen, daß die Einteilung der Sekunden nach dem Dezimalsystem erfolgt ist, und daß die Uhr möglichst zwei Zeiger haben soll. Beim Abstoppen wird der eine Zeiger angehalten; der andere läuft unterdes weiter, so daß man den abgestoppten Arbeitsvorgang in Ruhe ablesen und notieren kann. Der Druckknopf links auf dem Bild schaltet dann den festgehaltenen Zeiger in der Weise wieder ein, daß er den zweiten sich noch weiter bewegenden Zeiger durch einen Sprung erreicht und mit ihm zusammen dann so lange weiterläuft, bis er zum Ablesen eines neuen Teilarbeitsvorganges wiederum angehalten wird.

Das Formular, auf dem die Zeitaufnahme — gleich ob vor oder nach der Rationalisierung — aufgetragen wird, heißt der Beobachtungsbogen (Bild 36). Er ist in verschiedenen Größen für Aufnahmen von 5, 10 oder 20 Stück von dem Ausschuß für Handzeiten entworfen und ebenfalls beim A. w. F. erhältlich. Er besteht aus zwei Teilen, aus dem Kopf und aus dem Aufnahme-feld. Die Ausfüllung des Kopfes bedarf wohl keiner Erklärung, höchstens soll festgestellt werden, daß in die Rubrik „Unterbrechung“ alle diejenigen Arbeitsvorgänge eingetragen werden, die mit der Erledigung des eigentlichen



Arbeitsvorganges nichts zu tun haben. Wenn also beim Bohren eines Werkstückes der Bohrer abbricht, so wird dieser Vorgang mit der dazugehörigen Zeit in die Rubrik „Unterbrechung“ eingetragen. In das Aufnahme-feld selbst werden links zunächst diejenigen Unterteilungen eingetragen, die gemessen werden sollen. Die Größe der Unterteilungen richtet sich nach der Größe des Arbeitsvorganges. Die Unterteilung bis zu den Griffen (siehe Schema Bild 6) genügt für die meisten Aufnahmen. Die Aufnahme kann sich im übrigen erstrecken auf eine Arbeitsstufe, oder auf einen Arbeitsgang, oder auf mehrere Arbeitsstufen einzeln, die zu einem Arbeitsgang gehören, das hängt ganz von der Größe der Arbeitsstufe oder des Arbeitsganges ab. Das Ausfüllen der Werte für s und n , mit denen die Maschinenzeiten erledigt werden, geschieht auf Grund von Messungen an der Maschine.

Die Zeiten für die einzelnen Griffe (Unterteilung) werden auf Grund der Messungen mit der Stoppuhr unter der Rubrik f als fortschreitende Zeiten eingetragen, so daß also die Zeit von dem ersten Griff bei der ersten Aufnahme bis zum letzten Griff bei der letzten Aufnahme die ganze Arbeitszeit für die beobachtete Stückzahl einschließlich der Unterbrechungen enthält.

In welcher Weise nun aus der Zeitaufnahme die Feststellung der für die Arbeit zu bezahlenden Zeit erfolgt, d. h. in welcher Weise die Auswertung der Zeitaufnahme vor sich geht, wird in den Erklärungen ab S. 77 und in den Bildern 43—51—54 gezeigt. Zum Zwecke der Auswertung ist von dem bereits genannten Ausschuss der in Bild 37 gezeigte Auswertungsbogen geschaffen; in ihm werden getrennt nach Einrichtezeit, Hauptzeit und Nebenzeit die gefundenen Werte für jeden Griff (Unterteilung) aufgetragen, die Summe gebildet, zu den Summen für die einzelnen Zeiten die noch näher zu erläuternden Zuschläge und auf diese Weise die dem Arbeiter vorzugebende Zeit ermittelt.

Zum Schluß endlich sei noch als letztes Hilfsmittel für die Durchführung der Zeitaufnahmen die Arbeitsunterweisungskarte in Bild 38 gezeigt. In ihr werden die auf Grund einer Rationalisierung verbesserten Bearbeitungsvorgänge eingetragen und die so geschaffene Bearbeitungsvorschrift wird dem Arbeiter zur Befolgung bei der Ausführung seiner Arbeit hingegeben.

3. Die Aufnahme selbst. Sie erfolgt am Arbeitsorte in der Weise, daß zunächst einmal die Arbeitsvorgänge auf dem Beobachtungsbogen in der bereits geschilderten



Massenanfertigung zu empfehlen. Sie geschieht in der Weise, daß man die mittlere Arbeitszeit des gesamten Arbeitsvorganges unter Benutzung der im Beobachtungsbogen rechts stehenden Rubriken errechnet. Diese Arbeitszeit wird dann mit den aus dem Schema 2 bekannten Zuschlägen für t_v , bei Verwendung von Schema 3 noch mit denen für t_m versehen und aus ihrer Summe die dem Arbeiter vorzugebende Zeit ermittelt.

Die Auswertung der in Bild 40 gezeigten Aufnahme auf Grund der Mittelwerte ist nicht auf dem eigentlich dazu geschaffenen Auswertungsbogen Bild 37 durchgeführt, sondern im folgenden aufgerechnet, um an den wenigen Zahlen dieser kleinen Aufnahme in konzentrierter Form die Auswertung zu zeigen.

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Sa. der Mittelwerte } t_g = 1,27 \text{ Minuten} & & \\
 t_v = 15/100 t_g = 0,19 \text{ „} & & \\
 \hline
 t_{st} = 1,46 \text{ Minuten} & \left. \vphantom{t_g} \right\} & \text{lt. Schema 3}
 \end{array}$$

Bei der angenommenen Akkordbasis von 0,48 M. würden also dem Arbeiter für das Bohren des Gehäuses

$$\frac{0,48}{60} \cdot 1,46 = 1,16 \text{ Pf.}$$

zu zahlen sein. Ein ev. notwendiger Überverdienst über die Akkordbasis müßte also in

der Form eines Zeitzuschlages t_m zu dem genauen Zeitwert $t_{st} = 1,46$ hinzugeschlagen werden, Schema 3, oder noch besser müßte die Akkordbasis von 0,48 M. um t_m % erhöht werden.

Die zweite Berechnungsmethode auf Grund der Durchschnittsminima geht von der Auffassung aus, daß die einmal erreichte beste Zeit — die absolute Minimalzeit — als Ausgang für die Auswertung deshalb betrachtet werden müßte, weil der Wert theoretisch die einwandfreieste Grundlage für die Rechnung geben müßte. Da jedoch das absolute Minimum nicht immer erreicht wird, so nimmt man nicht dieses als Grundlage für die Berechnung, sondern die durchschnittlich kleinste Zeit = Durchschnittsminimum. Die Errechnung dieses Durchschnittsminimums geschieht in der Weise, daß man zunächst einmal die Größe der Einzelabweichungen zwischen der Mittelzeit und dem absoluten Minimum für jeden Griff (Unterteilung) einzeln durch die Division $\frac{\text{Mittelwert}}{\text{absolute Minimalzeit}}$ feststellt. Von der Summe dieser Einzelabweichungen wird dann durch Division mit der Anzahl der Griffe die mittlere Abweichung, der sogenannte Schwankungsfaktor, festgestellt und es wird dann das Durchschnittsminimum für jeden einzelnen Griff (Unterteilung) in der Weise berechnet, daß man den Mittelwert durch den Schwankungsfaktor dividiert. Die Berechnung des Durchschnittsminimums D_m für jede einzelne Arbeitsstufe (Unterteilung) gestaltet sich also wie folgt:

$$\begin{aligned} \frac{\text{Mittelzeit}}{\text{absolute Minimalzeit}} &= \frac{T_m}{T_a} = \text{Einzelabweichung } E \\ \frac{\text{Summe der Einzelabweichungen aller Unterteilungen}}{\text{Anzahl der Unterteilungen}} &= \frac{\Sigma E}{z} = \text{Schwankungsfaktor } F \\ \frac{\text{Mittelwert}}{\text{Schwankungsfaktor}} &= \frac{T_m}{F} = \text{Durchschnittsminimum } D_m. \end{aligned}$$

Die Summe der Durchschnittsminima D findet man durch Addition der Einzeldurchschnittsminima D_m . Man kann natürlich D schneller erhalten, wenn man gleich die Summe der Mittelzeiten durch F dividiert.

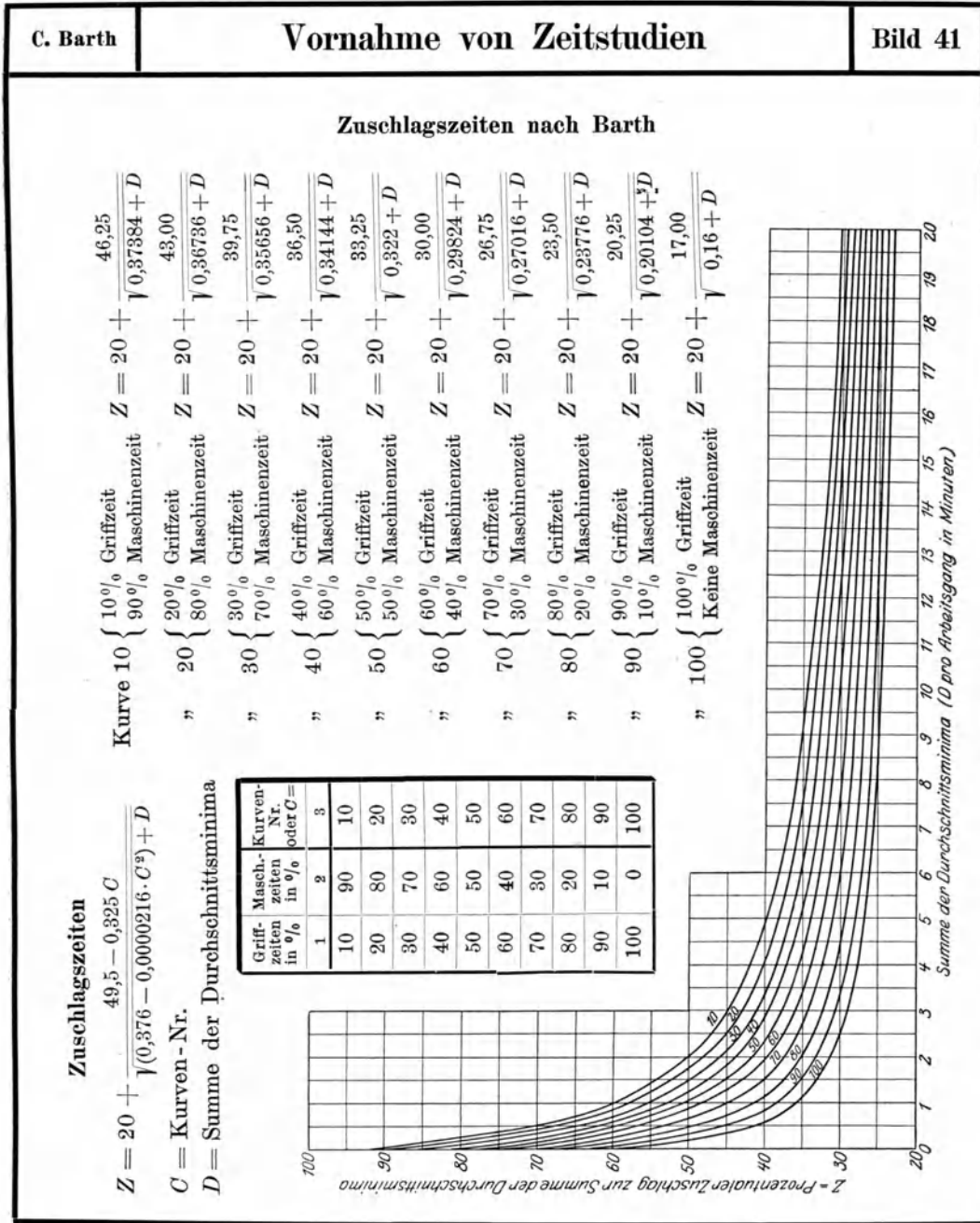
Die Errechnung des Durchschnittsminimums D_m bezieht sich nur auf die Griffzeiten; für die Maschinenzeiten — sobald sie mit Vorschüben von der Maschine aus betätigt werden — werden entweder nur die Mittelwerte oder die durch Schnittgeschwindigkeit und Vorschub errechneten Werte mit einem durch die Betriebsverhältnisse bedingten Zuschlag für Schwankungen eingesetzt. Die Summe des Durchschnittsminimums ist natürlich kleiner als die Summe der Mittelwerte.

Da man nun von dem Arbeiter auf keinen Fall verlangen kann, daß er immer diese durchschnittlich kleinste Zeit bei der Ausführung seiner Arbeit erzielt, sind natürlich besondere Zuschläge nötig, die man als Griffzeitzuschläge bezeichnet. Die Höhe dieses Zuschlages ergibt sich — wenigstens für gut organisierte Betriebe — aus den von den Amerikanern Barth und Merrick gefundenen Griffzeitzuschlagskurven (Bild 41). Diese Kurven sind das Ergebnis tausender Beobachtungen in der Werkstatt, die in verschiedenen Werken in einer Reihe von Jahren über die notwendigen Zuschläge zu Griffzeiten, die auf Grund der Minima-Methode ausgerechnet sind, gemacht sind. Ausdrücklich sei darauf hingewiesen, daß sie in der vorliegenden Form nur für gut organisierte Betriebe zu verwenden sind und nur Gültigkeit haben für gut beleuchtete, gut ventilierte und geheizte Werkstätten.

Auf keinen Fall ist die hier gezeigte Kurve gültig für alle Betriebsverhältnisse. Sie müssen für jeden Betrieb besonders entwickelt werden; wie dies geschieht, ist in dem bereits angeführten Werk von Michel: „Wie macht man Zeitstudien?“ ausführlich dargestellt. Die Formel für den Aufbau dieser Kurve wurde von Barth abgeleitet und heißt:

$$Z = 20 + \frac{49,5 - 0,325 C}{\sqrt{(0,376 - 0,0000216 \cdot C^2) + D}}$$

Es bedeutet Z = Prozentzuschlag, der auf die ermittelte Durchschnittsminimalzeit zu geben ist, C = denjenigen Prozentsatz, den die Griffzeit in bezug auf die gesamte Her-



stellungszeit für den gemessenen Arbeitsvorgang ausmacht und D die durch die Zeitaufnahme ermittelte Summe der Durchschnittsminima D_m .

Der Gebrauch der Kurve, die also denjenigen Prozentsatz an Zuschlägen ermitteln soll, den man auf die als Durchschnittsminimum errechnete Handzeit gibt, gestaltet sich folgendermaßen:

Man stellt zunächst fest, welchen Prozentsatz von der Gesamtfertigungszeit eines Stückes die Griffzeit ausmacht. Ist also z. B. überhaupt keine Maschinenzeit in dem Arbeitsvorgang enthalten, so würde die Griffzeit 100% des Arbeitsvorganges ausmachen; in folgedessen sucht man den Zuschlag zur Griffzeit auf der Kurve 100. Beträgt

der Arbeitsgang beispielsweise 2 Minuten und ist 1 Minute davon Griffzeit, so würde man den Zuschlag auf der Kurve 50 zu suchen haben. Die Höhe des Zuschlages selbst ermittelt man dadurch, daß man auf der unteren Skala die durch die Summe der Durchschnittsminima gefundene Griffzeit aufsucht, die Ordinate vertikal in die Höhe geht bis zum Schnittpunkt mit der gefundenen Kurve C , dann von diesem Schnittpunkt nach links wagerecht die Abszisse verfolgt und so auf der linken Skala denjenigen Prozentsatz feststellt, der auf die Griffzeit zu machen ist. Erfordert ein Arbeitsgang auf Grund von Zeitstudien also 3 Minuten Maschinenzeit und 4 Minuten Griffzeit, die als Summe D der Durchschnittsminima eines Arbeitsganges festgelegt sind, so errechnet sich die Kurve

$$C = \frac{4 \cdot 100}{3 + 4} = 57 \sim 60\%.$$

Man suche nun auf der unteren Skala die Summe der Durchschnittsminima von 4 Minuten für die Griffzeit, gehe vertikal nach oben bis zum Schnitt mit der Kurve 60 und lese horizontal nach links folgend den Prozentsatz von 35% ab, der auf das D für die Griffzeit von 4 Minuten zu geben ist.

Ist die Gesamtarbeitszeit 10 Minuten und von diesen 10 Minuten 2 Minuten Griffzeit, so ist

$$C = \frac{2 \cdot 100}{2 + 8} = 20.$$

Auf der Kurve 20 ergibt sich für 2 Minuten ein Griffzeitzuschlag von 47%. 47% von 2 Minuten = 0,94 Minuten.

Die Ausrechnung des Zuschlages für die beiden Beispiele zeigt, daß die Zuschläge für die Griffzeit nach dieser Kurve um so höher werden, je kleiner der Griffzeitanteil in bezug auf den ganzen Arbeitsvorgang ist. Diesen scheinbaren Widerspruch erklärt Merrick damit, daß bei längerer Maschinenzeit zwischen der Ausübung der einzelnen Griffzeiten eine längere Unterbrechung stattfindet und damit der Rhythmus der Handarbeit unterbrochen wird, wodurch sie mehr Zeit in Anspruch nimmt.

Die Frage, was mit diesen Zuschlägen nun abgegolten werden soll, wird meist dahin beantwortet, daß sie eine Abgeltung unseres t_v darstelle. Eine Bemerkung aus der Zeitschrift *American Machinist* vom 4. August 1917, Seite 1061 bis 66, von der das Wesentlichste hier wiederholt sei, sagt jedoch davon: Der Maßstab für die durch Minimazeit und Zuschlag zu bestimmende endgiltige Zeit ist die Fähigkeit des Arbeiters, seine Arbeitsaufgabe in kürzerer Zeit zu erledigen, als in der berechneten Mindestzeit, die um den Zeitzuschlag erhöht ist. Die besten Arbeiter werden für ihre Arbeit eine Zeitdauer gebrauchen, die sich dem berechneten Durchschnittsminimum nähert, während der weniger geschickte Arbeiter sie um ein Beträchtliches überschreiten wird. Diese Erklärung weist darauf hin, daß die Griffzeitkurve ihrer Wirkung nach auch noch einen Leistungszuschlag enthält. Jedenfalls gibt dieser durch die Kurve ermittelte Zuschlag einem geschickten Arbeiter die Möglichkeit, über die durchschnittlich günstigste Herstellungszeit, die auch wir immer zur Grundlage unserer Rechnung machen, einen Verdienst zu erzielen. Der auf Grund der Kurve gefundene Zuschlag hat den Vorzug, daß er systematisch entwickelt ist und lediglich die Griffzeit berücksichtigt, also denjenigen Teil der Arbeit, bei dem die Leistungsfähigkeit des Arbeiters und die Beeinflussung durch evtl. Ermüdung besonders zum Ausdruck kommt.

Für die Maschinenzeit ist bei Berechnung der Akkordzeit auch bei der Benutzung der Minimamethoden der Mittelwert aus der Aufnahme oder aber ein auf Grund der Drehzahl des benutzten Vorschubes errechneter Wert zu benutzen; für diesen Fall ist ein Zuschlag einzusetzen, denn es müssen die Schwankungen in den Antriebsverhältnissen, z. B. die Differenzen der Drehzahlen auf der Transmission bei verschiedenen Tageszeiten, Riemengleiten usw. erfaßt werden. Auch hierzu sind besondere Studien nötig, die in der

Weise gemacht werden, daß die auf Grund der Maschinenverhältnisse errechneten Schnittzeiten mit den tatsächlich an verschiedenen Tageszeiten erreichten verglichen werden. Je nach der Dauer des Arbeitsvorganges, nach der Schwere der verwendeten Maschine schwanken sie zwischen 5 bis 15⁰/₀.

Die Berechnung der dem Arbeiter vorzugebenden Zeit auf Grund der Durchschnittsminima-Methode setzt sich also aus folgenden Elementen zusammen:

a) errechnete Maschinenzeit plus besonders ermittelter Zuschlag zur Maschinenzeit oder Mittelwert der Maschinenzeit,

b) Griffzeit als Summe der Einzeldurchschnittsminima plus Griffzeitzuschlag auf Grund der Barth-Kurve.

Wir sehen also, daß auch auf Grund der Durchschnittsminima-Methode im Prinzip derselbe Aufbau der einzelnen Zeiten gegeben ist, wie er in dem Schema 2 gezeigt wurde, nur mit dem Unterschiede, daß t_v nicht in einem gleichbleibenden Prozentzuschlag ausgedrückt wird (wie bei Beispiel Seite 78 unten), sondern daß eine dem Begriff t_v ungefähr entsprechende Zuschlagsgröße auf besondere zum Teil recht umständliche Weise errechnet wird. Schon daraus geht hervor, daß die Benutzung der Durchschnittsminima-Methode nur zu verwenden ist bei größerer Massenfertigung, wo es lohnend ist, die zur Feststellung der genauen Zuschläge notwendigen Untersuchungen zu machen. Die Auswertung auf Grund der Durchschnittsminima-Methode für die in Bild 40 gezeigte Aufnahme gestaltet sich also wie folgt:

$$\begin{array}{ll}
 \text{Summe der Einzelabweichungen} & \dots \sum E = 1,5 + 1,33 + 1,33 + 1,25 = 5,41 \\
 \text{Schwankungsfaktor} & \dots F = \frac{5,41}{4} = 1,35 \\
 \text{Summe der Durchschnittsminima} & \dots D = \frac{\text{Summe d. Mittelzeiten}}{\text{Schwankungsfaktor}} = \frac{0,33}{1,35} = 0,24 \\
 \text{Arbeitszeit je 1 Stück als Mittelwert} & = 0,33 + 0,94 = 1,27 \\
 \text{Anteil der Griffzeit} & \dots C = \frac{0,33 \cdot 100}{1,27} = 26 \sim 30\% \\
 \text{Griffzeitzuschlag auf Kurve } C = 30 \text{ für} & \\
 \quad \text{Griffzeit} & \dots 0,24 = 74\% \\
 t_n = \text{Summe der Durchschnittsminima} & \dots D = 0,24 \text{ Minuten} \\
 \text{Griffzeitzuschlag laut Barth } 74\% & \dots = 0,18 \quad \text{,,} \\
 t_h \text{ als Mittelwert} & \dots = 0,94 \quad \text{,,} \\
 t_v = \frac{15}{100} \cdot 0,94 & \dots = 0,14 \quad \text{,,} \\
 \hline
 & t_{st} = 1,50 \text{ Minuten.}
 \end{array}$$

Der Berechnung auf Grund des Durchschnittsminimums ergibt hier also eine etwas höhere Zeit als die auf Grund des Durchschnittswertes. Die Feststellung des für die Bildung des Durchschnittsminimums bestimmenden Schwankungsfaktors F ist auch dann zu empfehlen, wenn die Auswertung auf Grund der Mittelwert-Methode vor sich geht. Die Höhe des Schwankungsfaktors ist nämlich ein Kennzeichen für die Stetigkeit, in der der Arbeitsvorgang vom Arbeiter durchgeführt wurde. Bei Zeitaufnahmen, die einen großen Schwankungsfaktor — beispielsweise über 1,4 — aufweisen, kann man das Urteil abgeben, daß die Herstellungsweise unbedingt noch verbessert werden muß, denn die großen Schwankungen weisen auf eine unsorgfältige fabrikationstechnische Ausgestaltung des Arbeitsvorganges hin.

Nachdem wir nun den Zweck der Zeitstudien und die Art ihrer Durchführung bis zur Bildung der dem Arbeiter vorzugebenden Zeit kennen gelernt haben, sei für jede der in Frage kommenden drei Hauptgruppen von Fabrikationsgebieten, der Massenfertigung, der großen Reihenfertigung und der kleinen Reihen- und Einzelfertigung die Verwendung von Zeitstudien zur Schaffung von Kalkulationsunterlagen an einigen Beispielen gezeigt.

II. Zeitstudien in der Massenfabrikation.

Die Reihenfolge der einzelnen Etappen bei der Zeitstudie sind, wie auf Seite 72 dargestellt, also folgende:

- a) Aufnahme des Arbeitsvorganges,
- b) Rationalisierung des Arbeitsvorganges,
- c) Schaffung einer Arbeitsunterweisung,
- d) Zeitstudie zur Feststellung der endgültigen Herstellungszeit,
- e) Auswertung der Zeitstudie zur Bildung von Kalkulationsunterlagen.

Es sei hier wiederholt, daß in der reinen Massenfertigung, namentlich wenn es sich um eine besonders umfangreiche, eine sogenannte fließende Massenfertigung handelt, mit diesen fünf Etappen die Zeitstudien noch nicht abgeschlossen sind. Sie werden namentlich zum Zwecke der Rationalisierung, also um die bestmögliche Art der Erledigung des Arbeitsvorganges zu ermitteln, ergänzt durch die Bewegungsstudie, die die günstigste Art der Ausführung der einzelnen Griffe durch den Arbeiter entwickelt. Bei einer solchen Studie werden die Bewegungen, die der Arbeiter bei dem Ausüben eines Griffes macht, im Lichtbild in der Weise festgehalten, daß an seiner Hand eine Glühlampe sich befindet, die natürlich alle Bewegungen, die zweckmäßigen und die unzweckmäßigen, mitmachen muß. Auf Grund der auf dem Bild erscheinenden Kurven wird versucht, die Bewegungen zu verbessern und zu verkürzen, und die verkürzten Bewegungen werden dann dem Arbeiter vorgeschrieben.

Es ist ganz klar, daß diese Methode nur wirtschaftlich ist, wenn ganz besonders große Stückzahlen gleicher Werkstücke vorkommen, denn die Aufziehung des notwendigen Apparates ist außerordentlich kostspielig. Zudem ist die Erledigung dieser Aufgabe, wie überhaupt die ganze Rationalisierung, eine Angelegenheit, die in diesem Umfange auf keinen Fall von dem Kalkulator, sondern von besonderen Betriebsfachleuten vorgenommen werden muß; sie schaltet also für unsere Betrachtungen aus.

Die Frage, für welchen Arbeitsumfang (siehe Bild 6) in der Massenfabrikation Zeitstudien gemacht werden sollen, ist dahin zu beantworten, daß sie für jeden irgendwie in der Fabrikation vorkommenden Arbeitsvorgang und zwar für jede einzelne Arbeitsstufe getrennt, vorzunehmen sind.

a) Aufnahme und Auswertung.

In den Bildern 42 bis 47 ist an einem Musterbeispiel, das von der Siemens-Schuckert G. m. b. H. Elmowerk stammt, eine derartige Zeitaufnahme bis zur Schaffung der Kalkulationsunterlage durchgeführt, und zwar handelt es sich um die Anfertigung von Motorgehäusen. Die zu erledigenden Arbeitsvorgänge bestehen aus:

1. Schrappen und Fertigdrehen der Flanschseite,
2. Schrappen der Stirnseite und des Blechsitzes,
3. Fertigdrehen der Stirnseite und des Blechsitzes.

Es sind dann zunächst von diesen Arbeitsvorgängen Zeitaufnahmen auf dem Beobachtungsbogen des AwF vorgenommen worden, die für den ersten Arbeitsvorgang eine tatsächlich gebrauchte Stückzeit t_{st} von 31 Minuten und für den zweiten und dritten Arbeitsvorgang zusammen von 44,5 Minuten ergeben; diese Aufnahmen sind nicht abgedruckt. Es erfolgte dann die Rationalisierung des Arbeitsvorganges, die sich auf die Schaffung von anderen Einspannwerkzeugen und vor allem auf die Verkürzung der Maschinenzeiten erstreckte.

Bild 42 zeigt auf dem Beobachtungsbogen des AwF die Zeitaufnahme, die den ersten Arbeitsvorgang — also das Schrappen und Fertigdrehen der Flanschseite — bereits nach erfolgter Rationalisierung darstellt. Der errechnete Schwankungsfaktor von 1,26 gibt, auch wenn er nicht für die Berechnung selbst gebraucht wird, ein Bild von der Stetigkeit, mit der die einzelnen Arbeitsvorgänge erledigt worden sind. Die Schwan-

kungen betragen also höchstens 26⁰/₀; sie sind in dieser Höhe als die üblichen zu bezeichnen.

Die Auswertung dieses rationalisierten Arbeitsvorganges ist dann in Tafel 43 gezeigt. Die aus ihr sich ergebenden Hauptzeiten von 11,26 Minuten und die Nebenzeiten von 5,28 Minuten sind dieselben wie die Mittelwerte aus der Aufnahme in Bogen 42 selbst; die Auswertung erfolgte also auf Grund der Mittelwertmethode. An Zuschlägen sind nur die Verlustzeiten in der Höhe von 15⁰/₀ berücksichtigt, denn die Vorgabe der Akkordzeit geschieht hier auf Grund des Schemas 2.

b) Arbeitsunterweisung und Akkordkarte.

Auf Grund des rationalisierten Arbeitsvorganges und seiner Auswertung ist nun in Bild 44 die Arbeitsunterweisungskarte ausgeschrieben, die dem Arbeiter für die Ausführung der Arbeit in die Hand gegeben wird und auf Grund der er die einzelnen Bewegungen an der Maschine und vor allen Dingen die Einstellung der der Berechnung zugrunde gelegten Vorschübe und Drehzahlen ausführt. Besonders bemerkenswert ist hierbei die Aufführung der benutzten Spann-, Schneid- und Meßwerkzeuge, die Angabe der Hebelstellungen, mit denen er auf der Maschine den Vorschub erreicht, und endlich diejenige Riemenlage auf der Stufenscheibe, die der der Berechnung zugrunde gelegten Schnittgeschwindigkeit entspricht.

In Bild 45 ist dann dieser Arbeitsunterweisung eine zweite Arbeitsunterweisung gegenübergestellt, und zwar diejenige, die dem Arbeitsvorgang vor seiner Rationalisierung entspricht. Man sieht aus dieser Gegenüberstellung, daß sich die Verbesserungen besonders auf die Maschinenzeiten erstreckt haben, denn die Vorschübe und Schnittgeschwindigkeiten sind nach der Rationalisierung erheblich erhöht.

Gerade dieses Beispiel zeigt, daß durch Zeitstudien in der Massenfabrikation auch die günstigste Schnittgeschwindigkeit nicht durch Errechnen, sondern durch Proben festgestellt wird. Und das hat seine Berechtigung, denn für die Massenfabrikation lohnt es sich ja, für das zu bearbeitende Material und Werkstück oft langwierige Untersuchungen darüber anzustellen, mit welchen Schnittgeschwindigkeiten und Vorschüben man die kürzesten Bearbeitungszeiten erzielt.

Ebenso sind Zeitaufnahmen für die übrigen beiden genannten Arbeitsvorgänge 2 und 3 durchgeführt. Aus Gründen der Platzersparnis ist für sie sowohl Beobachtung und Auswertung wie Arbeitsunterweisung nicht noch einmal besonders abgebildet.

Es handelt sich nun zum Schluß noch darum, aus dem Auswertungsbogen diejenigen Unterlagen zu schaffen, die für das Ausschreiben der Akkordscheine selbst dienen. Diese Unterlage ist in der in Bild 46 dargestellten Akkordkarte gegeben. Derartige Akkordkarten bestehen für jedes Werkstück. Auf ihnen sind die dafür in Frage kommenden Arbeitsvorgänge aufgeführt und hinter ihnen diejenigen Zeiten, die man auf Grund der Auswertung gefunden hat. Diese Zeiten sind es also, die ohne jede weitere Untersuchung oder Rechnung stets dann auf dem Akkordschein aufgetragen werden, wenn die Arbeit wieder zur Ausführung gelangt.

Um nun zu untersuchen, in welcher Weise die durch Rationalisierung erheblich verkürzten Herstellungszeiten die Leistungen des Mannes beeinflussen, d. h. um festzustellen, in welcher Weise die nach der Rationalisierung vorgegebenen Akkordzeiten in der Werkstatt eingehalten wurden, sind dann weitere Zeitstudien gemacht, die die tatsächlich gebrauchten Herstellungszeiten überprüfen sollen. In Bild 47 ist in der Form einer graphischen Darstellung der Verlauf der Arbeit vor und nach der Rationalisierung aufgetragen. Die links von dem starken Trennungsstrich liegenden Kurven bedeuten die Leistungen vor der Rationalisierung, die rechts von ihm liegenden die Leistungen nach der Rationalisierung. Man sieht also, daß vor der Rationalisierung die vorgegebene Zeit von 31 Minuten bei den 7 Probeaufnahmen fast immer um eine Wenigkeit unterboten wurde, d. h. der Arbeiter richtete sich mit seiner Leistung immer nach der vorgegebenen

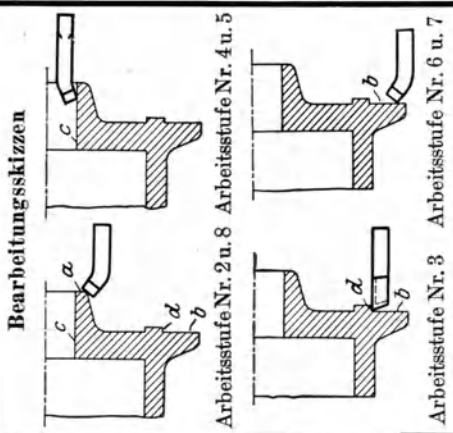
Arbeitsgang: <i>Drehen</i>		Arbeitsunterweisungskarte Nr.: 4.31181				Type: BKS. 3-700	Zehng.: Bk. 20478 a	Pos.: —	
Gegenstand: <i>Motorgehäuse</i>	Material: <i>Gusseisen</i>	Für Abtlg.: 5. Gruppe: D. I. Masch.: Rev.-Bk. Inv.-Nr.: 1547/1542		Nur gültig für Stückzahlen von 500 Stck. bis —					
Lfd. Nr.	Arbeitsstufe	Bearb.-Fläche	Normale Werkzeuge, Lehren, Vorrichtungen	Späne Zahl	Tiefe in mm	Vor-schübe in mm pro Umdr.	Hebelstellg. od. Stufenscheibe pro Min.	Umdrehungen Hebelstellung oder Stufenscheibe, Vorgelege ohne mit	$V = m/\text{Min.}$
Nach der Rationalisierung									
<i>Schruppen und Fertigdrehen der Flanschaite</i>									
1	1. Arbeitsgang Werkstück aufspannen		siehe Aufspannskizze						
2	Nabe planschruppen	a	{ Drehstuhl W. Rev. SPL Type 32G n. Bild 2	1 x	ca. 5	0,25	A 5	78	mit schnell 16-8,5
3	Flanschfläche planschruppen	b	Stahl wie vorhergeh.	1 x	ca. 5	0,25	A 5	53	mit langs. 18-13
4	Bohrung schruppen	c	{ Bohrstuhl W. DDB Type 5G n. Bild 109 Messen: Lochtaster	1 x	3	0,19	A 1	78	mit schnell 8,5
5	Bohrung schlichten	c	{ Stahl wie vorhergeh. Messen: Kaliber B-G	1 x	0,2	0,19	A 1	256	ohne langs. 28
6	Flanschfläche planschlichten	b	{ Drehstuhl Rev. SSSPR Type 35G n. Bild 7 Messen: Lehre Nr. 124	1 x	0,2	0,25	A 5	78	mit schnell 27-20
7	Zentrierrand auf Maß drehen	d	{ Stahl wie vorhergeh. Messen: Lehre Nr. 123	1 x	1	von Hand		53	mit langs. 13
8	Nabe planschlichten	a	{ Drehstuhl W. Rev. SPL Type 32G n. Bild 2 Messen: Lehre Nr. 124	1 x	0,2	0,25	A 5	256	ohne langs. 51-28
9	Werkstück abspannen								
Anweisung für die Prüfstelle:									

Zeitstudien in der Massenfabrikation

Bild 44

Arbeitsunterweisung nach der Rationalisierung

Skizze für Aufspannung und Bearbeitung



Aufspannskizze

Bearbeitungsskizzen

Arbeitsstufe Nr. 2 u. 8 Arbeitsstufe Nr. 4 u. 5

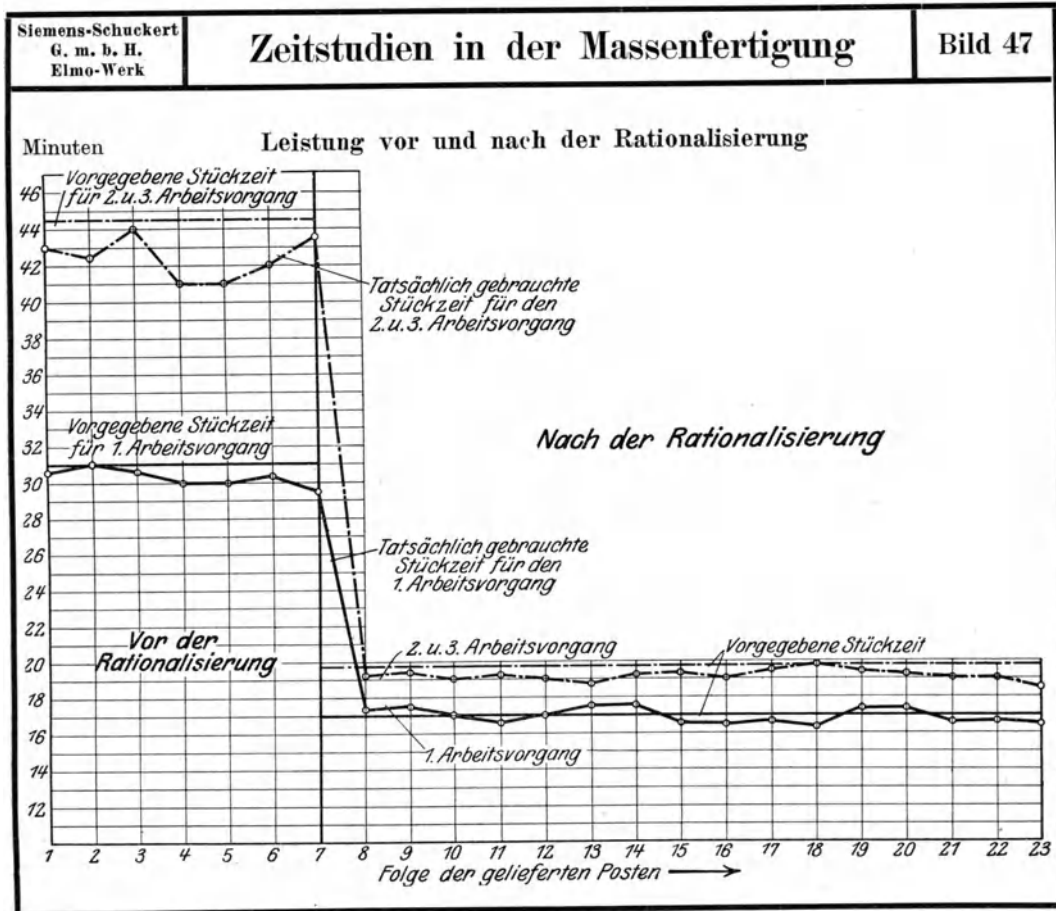
Arbeitsstufe Nr. 6 u. 7

Arbeitsgang: <i>Drehen</i>		Arbeitsunterweiskarte Nr: 4.1542				Type: <i>BKS. 3-700</i>	Zehng.: <i>BK. 20478a</i>	Pos.: <i>1</i>
Gegenstand: <i>Motorgehäuse</i>		Material: <i>Guß Eisen</i>		Für Abtlg.: 5 Gruppe: <i>D I</i>		Nur gültig für Stückzahlen von <i>500</i> bis —		
Lfd. Nr.	Arbeitsstufe	Bearb.-Fläche	Angaben für normale Werkzeuge, Lehren, Vorrichtungen u. Aufspannskizzen	Späne Tiefe in mm Zahl	Vorschübe in mm Umdr. od. pro Min.	Hebelstellg. od. Stufenscheibe	Umdrehungen Hebelstellung oder Stufenscheibe. Vorgelege ohne mit	$v = m/Min.$
Vor der Rationalisierung								
<i>Schruppen und Fertigdrehen der Flanschseite</i>								
<i>Rev.-Bank Nr. 1547</i>								
1	<i>I. Arbeitsgang</i>		<i>Zweibackenhutter</i>					
2	<i>Werkstück aufspannen</i>							
3	<i>Nabe planschruppen</i>	a	<i>W. Ro. SPL 32 G, Bild 2</i>	$1 \times$	ca. 5	0,07	A 1	53
4	<i>Flanschfläche planschruppen</i>	b	<i>desgl.</i>	$1 \times$	ca. 5	0,07	A 1	53
5	<i>Bohrung schruppen</i>	c	<i>{ W. D. B 5 G, Bild 109</i> <i>{ Messen: Lochtaster</i>	$1 \times$	3	0,19	A 1	53
6	<i>Bohrung schlichten</i>	c	<i>{ W. D. B 5 G, Bild 109</i> <i>{ Messen: Kaliber B-G</i>	$1 \times$	0,2	0,19	A 1	142
7	<i>Flanschfläche planschlichten</i>	b	<i>{ W. Ro. SSSPR 35 G, Bild 7</i> <i>{ Messen: Lehre Nr. 124</i>	$1 \times$	0,2	0,07	A 1	53
8	<i>Zentrierrand auf Maß drehen</i>	d	<i>{ W. Ro. SSSPR 35 G, Bild 7</i> <i>{ Messen: Lehre Nr. 123</i>	$1 \times$	1	von Hand		53
9	<i>Nabe planschlichten</i>	a	<i>{ W. Ro. SPL 32 G, Bild 2</i> <i>{ Messen: Lehre Nr. 124</i>	$1 \times$	0,2	0,07	A 1	142
	<i>Werkstück abspannen</i>							28-15,5



Siemens-Schuckert G. m. b. H. Elmo-Werk		Zeitstudien in der Massenfabrikation				Bild 46				
Akkordkarte										
Type: BKS 3-700 Material: Graßeisen		Abtäg. Nr. 5		Benennung: Motorgehäuse		Teil-Nr. 1	Zeichnung-Nr. BK 20478a			
Maschinen-Gruppe	Zahl d. zu bed. Maschinen	Mindest-Stückzahl	Arbeitsvorgang	Fach und Platz	Unkostenklasse	Tarif-Gruppe Klasse Datum		Einnichtezeit Datum der Ausfertigung	Herstellungszeit für 1 Stück Datum der Ausfertigung	Skizzen oder Bemerkungen
						21/2	21/2			
Gr. Stück	Stück	Stück	Unterteilung	Nr.	Kl.	Nr.	m. w.	Minuten	Minuten	
5 DI	1	50	1. Arbeitsvorgang: Schruppen und Fertigdrehen der Flanschseite	$\frac{5}{12/7}$	5	III	m.	25,-	16,5	nach Arbeits- Unterweisung Anw.: 4.31181
								inkl. t_v 19,-		
								28,8	7,-	
5 DI	1	50	2. Arbeitsvorgang: Schruppen der Stirnseite und des Blechsitzes	$\frac{5}{12/8}$	5	III	m.	20,-	19,5	
									22,4	
								23,-	12,5	
5 DI	1	50	3. Arbeitsvorgang: Fertigdrehen der Stirnseite und des Blechsitzes	$\frac{5}{12/8}$	5	III	m.	--		

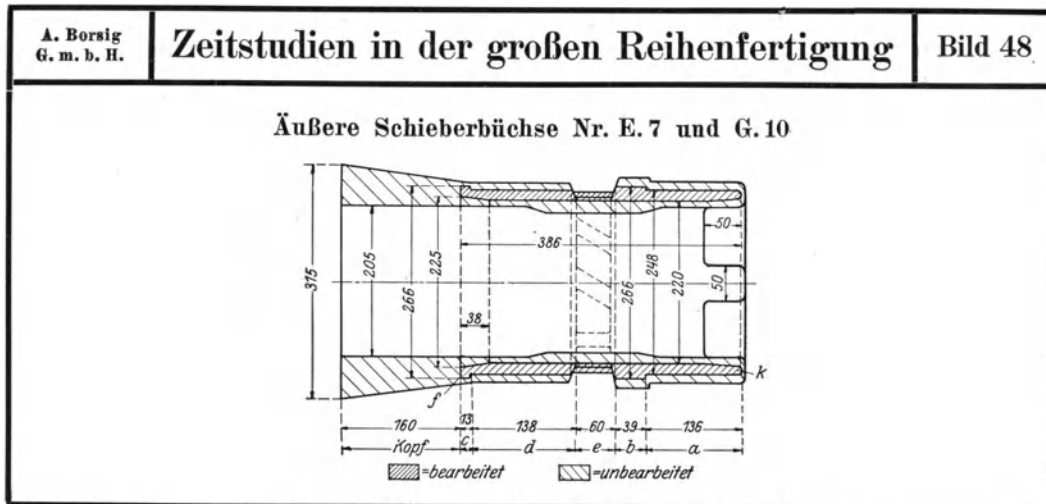
Bestehende Zeiten dürfen vom Meister nur nach Prüfung durch die zuständige Stelle geändert werden



Zeit. Wenn man den Arbeitsvorgang nach der Rationalisierung verfolgt, so sieht man hier ein anderes Bild. Die Zeit t_g wird hier dargestellt durch die Linie 16,5 Minuten, die der durchschnittlich günstigsten, durch die Zeitstudien gefundenen Herstellungszeit ohne Verlustzeitzuschläge entspricht. Man sieht, daß die Zeiten, die der Arbeiter gebraucht hat, einmal über und einmal unter den auf Grund der Rationalisierung festgestellten Arbeitszeiten liegen. Es zeigt sich also, daß die Akkordzeit durch die Zeitstudien vollkommen richtig erfaßt ist; sie stellt tatsächlich die durchschnittlich günstigste Herstellungszeit dar.

Der zweite und dritte Arbeitsvorgang wird zusammen auf einer Revolverbank erledigt und ist infolgedessen auch zusammen geprüft worden. Er wird in seiner Gesamtheit dargestellt in dem Diagramm Bild 47 durch die strichpunktiert gezeichnete Kurve, die den Zeiten $t_g = 7 + 12,5 = 19,5$ entspricht. Auch hier zeigt sich dasselbe Bild; die Aufnahmen ergeben vor der Rationalisierung die Tatsache, daß die Zeiten durchweg unterboten worden sind, d. h. man sieht auch hier wieder, der Arbeiter hat sich nach der vorgegebenen Zeit gerichtet, während die Zeiten nach der Rationalisierung ungefähr durchschnittlich diejenigen sind, die durch die Zeitstudien gefunden worden sind.

Es sei in diesem Zusammenhange darauf hingewiesen, daß neben der Arbeitsunterweisung noch ein weiterer Faktor die Innehaltung der durch die Vorkalkulation auf Grund von Zeitstudien ermittelten Zeit beeinflußt, und zwar ist dies die Durchführung einer geordneten Arbeitsvorbereitung. Es ist ganz selbstverständlich, daß die von der Kalkulation genau errechneten Zeiten von dem Arbeiter nur dann bei der Fabrikation innegehalten werden können, wenn von der Betriebsführung dafür Sorge getragen worden ist, daß alle zur Ausführung benötigten Werkzeuge und Einrichtungen dann zur



Stelle sind, wenn die Arbeit begonnen wird. Es ist für den Verlauf der Arbeit, besonders bei der Massenfabrikation, darauf zu achten, daß die Arbeitsstücke laufend vorhanden sind und dem Arbeiter auf dem günstigsten Wege zur Verfügung gestellt werden können. Diese Hinweise mögen genügen, um darzutun, wie auch die Arbeitsvorbereitung die Erreichung der kalkulierten Zeit beeinflusst. Das Gebiet der Arbeitsvorbereitung in diesem Zusammenhange ausführlich zu behandeln, dürfte für die hier gestellte Aufgabe zu weit führen.

III. Zeitstudien in der großen Reihenfertigung.

a) Aufnahme und Auswertung vor der Rationalisierung.

Die Frage, für welchen Arbeitsumfang in der großen Reihenfertigung Zeitstudien zur Bildung von Kalkulationsunterlagen wirtschaftlich sind, sei dahin beantwortet, daß man für dieses Fertigungsgebiet Zeitstudien für Arbeitsvorgänge ausführt, die in gleicher Art an Werkstücken ähnlicher Form vorkommen. An dem Beispiel des Ausschruppens der in Bild 48 gezeigten Schieberbüchse für Lokomotiven sei eine solche Zeitstudie zwecks Bildung von Kalkulationsunterlagen vorgeführt. Die Studie und die dazugehörigen Bilder stammen von A. Borsig G. m. b. H., Tegel. Bild 49 zeigt den Arbeitsvorgang, so wie er in der Werkstatt vor der Zeitaufnahme, also auch vor seiner Rationalisierung durchgeführt wurde. Die Schieberbüchse ist in der schraffierten Form von der Gießerei geliefert. Sie ist also ein roher Zylinder, der einen großen Kopf hat; dieser Kopf ist aus gießereitechnischen Gründen angebracht und muß natürlich durch die Bearbeitung entfernt werden. Die Schieberbüchsen werden zwar nicht in der in Bild 48 gezeigten Abmessung und Form in größeren Mengen hergestellt, wohl aber kommen Büchsen ähnlicher Form in großen Stückzahlen vor, die dann immer wieder dieselben Arbeitsstufen verlangen. Dadurch ist die Vornahme einer Rationalisierung wirtschaftlich, denn die Fabrikationsverbesserungen an dieser einen Sorte Schieberbüchsen kommen ohne weiteres auch den übrigen, die sich meist nur durch die Länge unterscheiden, zugute. Der Arbeitsvorgang erledigt sich ungefähr wie folgt: Es werden erst die Durchmesser ausgeschruppt, dann die Knaggen hochgezogen und endlich der Kopf abgestochen. Die genaue Folge der Arbeitsstufen ist in der Zeitaufnahme Bild 50 gezeigt; jedoch sind aus Platzersparnisgründen hier nur drei von den zehn Beobachtungen angeführt; ebenso ist die Zeitaufnahme für das Einrichten aus dem gleichen Grunde fortgelassen. Sie erscheint in der Auswertung dieser Aufnahme in Bild 51, in der auch die Zeiten — in Haupt- und Nebenzeiten getrennt — von dem Fabrikationsvorgang selbst zusammengestellt sind. Um die Übertragung einer Arbeitsstufe von dem Beobachtungsbogen in den Auswertungs-



bogen an einem Beispiel zu verfolgen, sehen wir, daß die Unterteilung 15: Kanal e überdrehen, mit dem Wert 3,63 Minuten, der als Mittelwert durch die Zeitaufnahme gefunden wurde, auch unter der Rubrik „Maschinenzeit“ im Auswertungsbogen zu finden ist. Die Aufnahme ist an einem eingearbeiteten Mann durchschnittlicher Leistungsfähigkeit vorgenommen; es muß infolgedessen zu den für die Zeitaufnahme ermittelten Werten zunächst der Verlustzeitzuschlag t_v (und evtl. der Leistungszuschlag t_m in Zeit oder besser in Geld, wenn der Durchschnittsarbeiter $t_m^0/0$ über die Akkordbasis verdienen soll) hinzugefügt werden. Die so errechnete Zeit muß dem Arbeiter so lange bezahlt werden, bis die Rationalisierung vor sich gegangen ist.

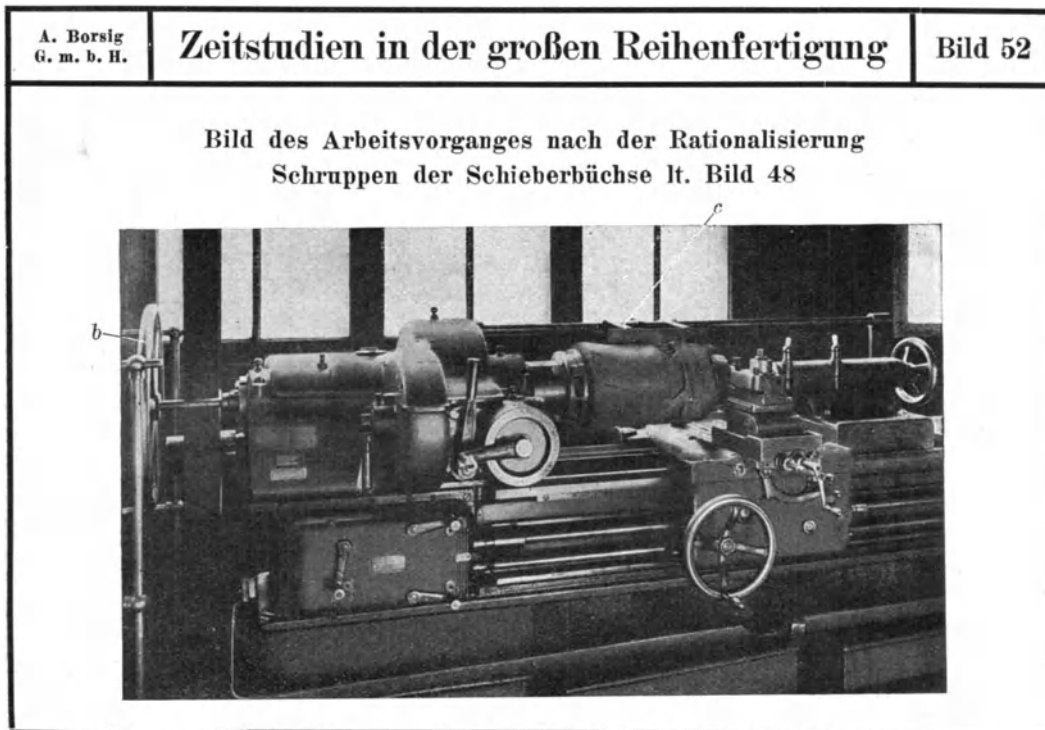
b) Die Rationalisierung.

Die Rationalisierung setzte an verschiedenen Stellen ein. In welcher Weise sie zum Erfolg führte, zeigt das Bild Nr. 52. Man sieht schon an dem ganzen Arbeitsbild, daß in die Erledigung des Arbeitsvorganges ein gewisses System, eine andere Ordnung hineingekommen ist: die Arbeitsplätze rings um die Maschine sind aufgeräumt, es sind zur Erledigung der Griffzeit verschiedene Einrichtungen getroffen und zur Reduzierung der Maschinenzeit ist sogar eine vollkommen neue Maschine gewählt, wie es auch aus dem Auswertungsbogen hervorgeht. Es seien die einzelnen Verbesserungen an dem Beispiel ausführlich besprochen, um wenigstens einmal zu zeigen, welchen Einfluß die Rationalisierung auf die Herstellungszeit hat.

Beim Spannen ist das Hochheben des schweren Werkstückes mittels Flaschenzug geblieben. Vor der Rationalisierung mußte zum Zwecke der Zentrierung ein Stern in die Bohrung geschlagen werden, um eine Führung für die Spitzen zu haben (siehe Bild 49). Weiter wurde der rohe Kopf in die Planscheibe gespannt, dadurch war natürlich ein Ausrichten des Durchmessers notwendig. Nach der Rationalisierung wird das Spannen in der

A. Borsig G. m. b. H.		Zeitstudien in der großen Reihenfertigung										Bild 50				
Aufnahme des Schruppens der Schieberbüchse v. Bild 48 vor der Rationalisierung																
Arbeiter: Kolodinski verwendete Masch.: Drehbank Wohlenberg Inv.-No.: 1212																
Lfd. Nr.	Unterteilung	Werk- zeuge u. Vorrich- tungen	in mm			n oder v	Fortsch. Z. Einzelzeit	Anz. d. Aufn. m. d. gl. Teilarbeit					Quer- summe	Mittelwert		Minimum
			L*	t	s			1	2	3	4	5		Hand	Masch.	
1	Stern einsetzen						F	E	1,1	1,3	1,0			3,40	1,13	
2	Büchs. m. Flschz. a. d. Bank heben						F	E	1,7	1,3	1,15			4,15	1,38	
3	Büchse einspannen						F	E	5,5	4,2	3,5			13,20	4,40	
4	Büchse ausrichten						F	E	4,0	3,3	3,7			11,00	3,66	
5	Stahl einspannen						F	E	0,7	0,5	0,4			1,60	0,53	
6	Taster einstellen						F	E	1,0	0,9	0,9			2,80	0,93	
7	Span ansetzen						F	E	1,8	1,2	0,8			3,80	1,26	
8	Teil „a“ schruppen		136	7,0	1,1	15	F	E	7,2	7,0	6,7			20,90		6,96
9	Span ansetzen						F	E	1,8	1,6	1,8			5,20	1,73	
10	Bund „b“ schruppen		45	5,0	1,1	15	F	E	3,0	3,1	3,1			9,20		3,06
11	Bund „c“ schruppen		45	5,0	1,1	15	F	E	3,0	2,3	2,4			7,70		2,56
12	Läng. anz. mittels Maßst.						F	E	6,0	5,4	3,7			15,10	5,03	
13	Span ansetzen						F	E	1,7	1,2	1,8			4,70	1,56	
14	Teil „d“ schruppen		138	7,0	1,1	15	F	E	11,0	10,9	10,7			32,60		10,86
15	Kanäle „e“ üb. drehen		60	7,0	1,1	15	F	E	3,7	3,7	3,5			10,90		3,63
16	Span ansetzen						F	E	0,8	0,9	0,8			2,50	0,83	
17	4 Knaggen abfläch.		19	3,5	1,1	15	F	E	1,2	2,2	2,7			6,10		2,03
18	Stahl wechseln						F	E	0,8	0,9	1,2			2,90	0,96	
19	Bund „b u. c“ a. Länge ger. stechen		9		v.Hd.	15	F	E	3,0	3,9	4,5			11,40		3,80
20	Stahl wechseln						F	E	0,7	0,7	0,9			2,30	0,76	
21	Kopf abstechen		32		v.Hd.	15	F	E	6,2	6,0	5,0			17,20		5,73
22	Supp.zurückk.u.Stahlaussp.						F	E	0,7	0,7	0,8			2,20	0,73	
23	Büche absp. u. wegsetzen						F	E	1,5	2,1	2,2			5,80	1,93	
24	Kopf abspannen						F	E	0,5	0,4	0,5			1,40	0,46	
Summe der Einzelzeiten:									68,6	65,7	63,75			198,05	27,28	33,63
* Anmerkung		L = Weg bzw. Arbeitslänge			t = Schnitt- bzw. Spantiefe			s = Vorschub								
		n = Umdrehungen bzw. Doppelhübe pro Minute			v = Schnittgeschwindigkeit in m pro Minute											
Zeitaufnahmestelle	Datum	Name	Bemerkungen:													
ausgeführt																
geprüft																

A. Borsig G. m. b. H.		Zeitstudien in der großen Reihenfertigung										Bild 51	
Arbeitsgang: <i>außen vordrehen</i> <i>Kopf abstechen</i>		Fertigungsauftrag-Nr. Stückzeitschein-Nr. (Akkordschein-Nr.) Vorgegeb. Stückzahl		Auswertungsbogen-Nr. 2 Beobachtungsbogen Nr.: 2 Beobachter		Arbeiter		Kontroll-Nr. Leistungsgrad: 100% .....Jahre m. ähnl. Arbeit beschäftigt		Tarifkl.: II Maschine: <i>Drehbank Wöhlerberg</i> Inv.-Nr.: 1012 Gruppe		Zeit in Min. Weg- Gew.	
Gegenstand: <i>Schieberbüchse</i>		Zeichnungs-Nr. Pos.		Ausgewertet am		Ausgewertet durch		Zugleich bediente Masch.: I		Griffbezeichnung		Zeit in Min. Weg- Gew.	
Type		Material		Geprüft		Stückzeit		Hauptzeit		Nebenzzeit		Zeit in Min. Weg- Gew.	
Ifd. Nr. d. BB.**)	Griffbezeichnung	Zeit in Min.	Lfd. Nr. d. BB.**)	Arbeitsstufen	Werkzeuge	*) in mm		n oder v	Zeit in Min. er-rechnet	Ifd. Nr. d. BB.**)	Griffbezeichnung	Zeit in Min. Weg- Gew.	
						L	a						
1	<i>Zeichnung besorgen</i>	5,7	8	<i>Teil a schrumpfen</i>		136	7	1,1	15	1	<i>Stern einsetzen</i>	1,13	
2	<i>lesen</i>	14,6	10	"		45	5	1,1	15	2	<i>Buchse heben</i>	1,38	
3	<i>Plansch. aufsetzen</i>	5,2	11	"		45	5	1,1	15	3	<i>einspannen</i>	4,40	
4	<i>ReiStock einstellen</i>	5,1	14	"		138	7	1,1	15	4	<i>ausrichten</i>	3,68	
5	<i>Stern holen</i>	8,1	15	<i>Teil e schrumpfen</i>		60	7	1,1	15	5	<i>Stahl eingpannen</i>	0,53	
6	<i>Maßwerkzeug</i>	6,2	17	"	<i>4 Knaaggen fl.</i>	19	3,5	1,1	15	6	<i>Traster einstellen</i>	0,93	
7	<i>Kloben einstellen</i>	4,3	19	<i>Bund b+c</i>		9				7	<i>Span ansetzen</i>	1,26	
8	<i>Drehstähle zurechtlegen</i>	2,9	21	<i>Kopf abst.</i>		32				9	"	1,73	
										12	<i>Länge anzeichnen</i>	5,03	
										13	<i>Span ansetzen</i>	1,56	
										16	<i>Span ansetzen</i>	0,83	
										18	<i>Stahl wechseln</i>	0,96	
										20	<i>Stahl wechseln</i>	0,76	
										22	<i>Support zurückkurbeln</i>	0,73	
										23	<i>abspannen</i>	1,93	
										24	<i>Kopf abst.</i>	0,46	
Auswertung der Zeitaufnahme der Schieberbüchse vor der Rationalisierung										Hauptzeit in Min. zus.: 38,63		Nebenzzeit in Min. zus.: 27,28	
*) L=Weg- bzw. Arbeitslänge, a=Schnitt bzw. Spantief, s=Vorschub, n=Anzahl der Umdrehungen bzw. Doppelhübe je Min., v=Schnittgeschwindigkeit in m/Min. | ***) BB=Beobachtungsbogen Zur Eintragung in Stückzeitschein (Akkordschein): Eigenti. Einrichtezeit: 52,1 Min. Stückzeit: 65,91 Min. Verlustzeit: (Nur falls nicht nach 7,8 Min. Tarifvertr. geregelt) 15% Verlustzeit: (Nur falls nicht nach 9,9 Min. Tarifvertr. geregelt) 15% Verlustzeit: (Nur falls nicht nach 76,0 Min. Tarifvertr. geregelt) 15% Verlustzeit: (Nur falls nicht nach 76,0 Min. Tarifvertr. geregelt) 15%													
Bemerkungen: ausgeführt geprüft													
Name Tag zus.: 27,28													



Weise erleichtert und das Ausrichten dadurch vermieden, daß die Bohrung in einem selbstzentrierenden Spannfutter aufgenommen wird. Das Spannen geschieht vermittels eines Handradanzuges durch das Handrad *b*. Es fällt also das zeitraubende Ausrichten, das in der Aufnahme laut Bild 50 Pos. 3 und 4 allein 8,06 Minuten gedauert hat, fort; die dafür nachher benötigte Zeit ist nur noch 1,88 Minuten laut Bild 53 Pos. 3 und 4.

Das Spananstellen geschah vor der Rationalisierung dadurch, daß man sowohl die Längen wie die Durchmesser messen mußte. Die vorgenommene Rationalisierung verkürzte die Zeit für das Anstellen des Stahles durch Anbringen einer Schablone *c*, nach der der Stahl für die Längen der einzelnen Absätze leicht eingestellt werden kann.

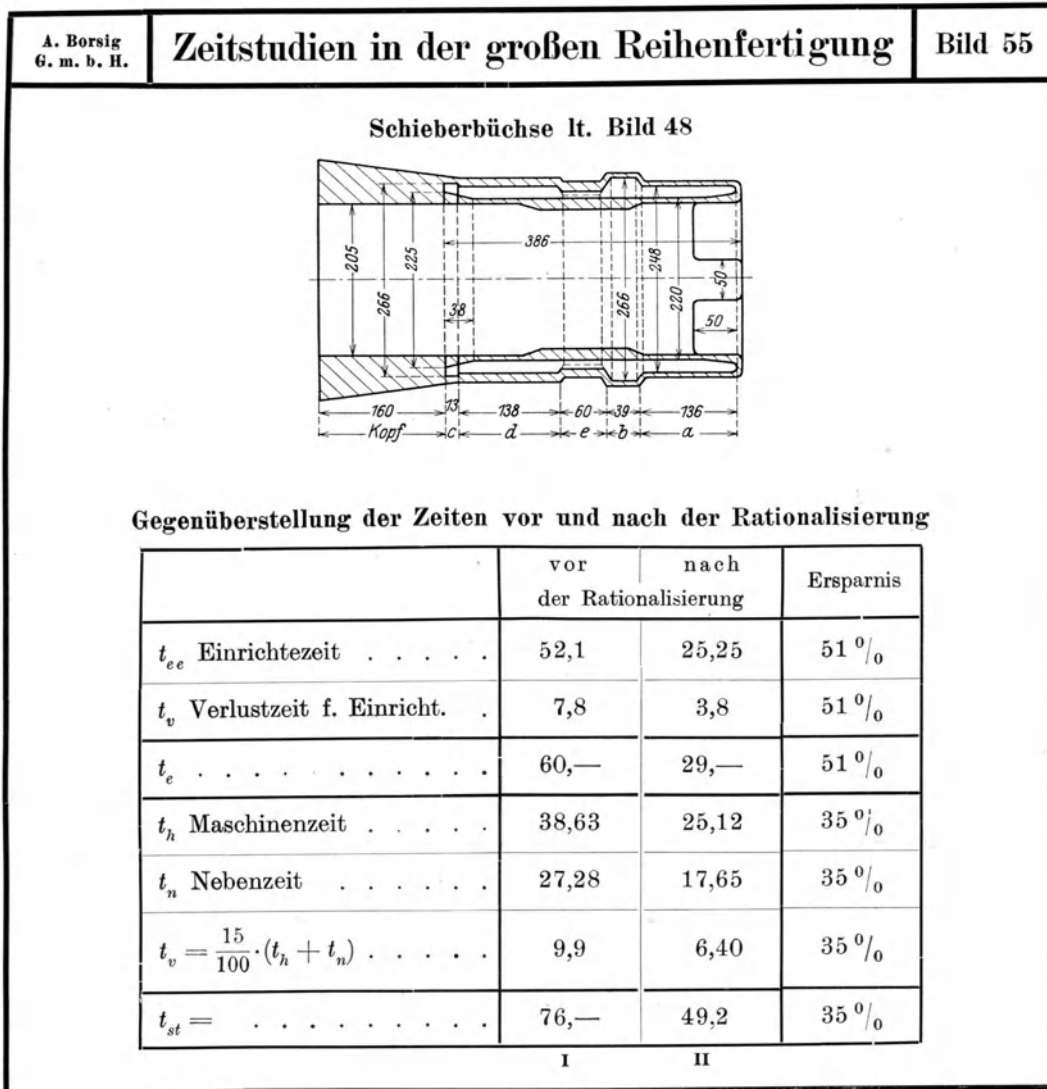
Die Maschinenzeit wird erheblich dadurch gekürzt, daß man eine leistungsfähige Maschine, eine ausgesprochene Schruppbank, verwendet. Die Schruppzeit wurde dadurch von 38,63 auf 25,12 Minuten heruntergedrückt.

c) Aufnahme und Auswertung nach der Rationalisierung.

Für den kompletten Arbeitsgang ist dann nach erfolgter Rationalisierung eine zweite Zeitaufnahme in Bild 53 gemacht; ihre Auswertung ist in Bild 54 zusammengestellt. Auch diese Zeitstudie ist bei einem Arbeiter durchschnittlicher Leistung gemacht, sie ist also in der Auswertung mit dem Zuschlage für t_v (und evtl. mit t_m) zu versehen. Gerade für die Vorgabe von Zeiten, die auf Grund von Zeitstudien gefunden sind, ist dringend zu empfehlen, den Zuschlag t_m — falls er überhaupt auf Grund tariflicher Festlegung oder Gepflogenheit in Frage kommt — nicht in der Form von Zeit zu geben, sondern ihm durch eine entsprechende Erhöhung der Akkordbasis Rechnung zu tragen, und daher ist hier bei allen Beispielen auf Grund von Zeitstudien der Zuschlag t_m nicht hinzugefügt; der Aufbau der Zeiten erfolgt also hier nach Schema Bild 2.

Um einen Überblick zu geben über die hier so oft genannten Vorteile der Rationalisierung, sind in dem Bild 55 die Zeiten zusammengestellt, die man für die Arbeit vor und nach der Rationalisierung aufwenden mußte. Gerade dieses Beispiel ist außer-

A. Borsig G. m. b. H.		Zeitstudien in der großen Reihenfertigung										Bild 53						
Aufnahme des Schruppens der Schieberbüchse von Bild 48 nach der Rationalisierung																		
Arbeiter: Kolodinski verwendete Maschine: Loewe Schruppbank 5 C Inv.-Nr.: 1267																		
Lfd. Nr.	Unterteilung	Werk- zeuge u. Vorrich- tungen	in mm			n oder v	Fortsch. Z. Einzelzeit	Anz. d. Aufn. m. d. gl. Teilarbeit					Quer- summe	Mittelwert		Minimum		
			L*	t	s			1	2	3	4	5		Hand	Masch.			
1	Büchse heranrollen						F	E	0,33	0,33	0,25				0,91	0,30		
2	" hochz. m. Flaschenzug						F	E	0,66	0,83	0,75				2,24	0,75		
3	" a. d. Dorn bringen						F	E	0,90	0,75	0,83				2,48	0,83		
4	" festspannen						F	E	0,60	0,90	1,66				3,16	1,05		
5	Maschine einrücken						F	E	0,12	0,17	0,11				0,40	0,13		
6	Span ansetzen u. messen						F	E	3,38	2,48	1,39				7,25	2,41		
7	Teil „a“ drehen		136	7,0	1,4	18	F	E	5,40	5,40	5,40				16,20		5,40	
8	Span ansetzen u. messen						F	E	0,90	1,37	1,10				3,37	1,12		
9	Bund „b“ drehen		45	5,0	1,4	18	F	E	1,80	1,80	1,80				5,40		1,80	
10	Span ansetzen						F	E	1,50	1,25	1,25				4,00	1,33		
11	über die Kanäle drehen		60	7,0	1,4	18	F	E	2,16	2,16	2,16				6,48		2,16	
12	Span ansetzen u. messen						F	E	0,36	0,70	1,45				2,51	0,84		
13	Teil „d“ drehen		138	7,0	1,4	18	F	E	5,50	5,50	5,50				16,50		5,50	
14	Span ansetzen u. messen						F	E	0,60	0,40	1,10				2,10	0,70		
15	Bund „c“ drehen		25	5,0	1,4	18	F	E	1,00	1,00	1,00				3,00		1,00	
16	Supp. zurückkurbeln						F	E	0,33	0,16	0,33				0,82	0,27		
17	Maschine ausrücken						F	E	0,07	0,10	0,08				0,25	0,08		
18	Stahl ausspannen						F	E	0,26	0,50	0,42				1,18	0,39		
19	" einspannen						F	E	0,75	0,50	0,10				2,35	0,78		
20	Maschine einrücken						F	E	0,10	0,10	0,10				0,30	0,10		
21	Span ansetzen						F	E	0,25	0,18	0,17				0,60	0,20		
22	Bund u. „bc“ ger. stech.		9		v.Hd.	18	F	E	3,00	2,07	2,16				7,23		2,41	
23	Supp. zurückkurbeln						F	E	0,40	0,16	2,83				3,39	1,13		
24	Span ansetzen						F	E	0,21	0,22	0,18				0,61	0,23		
25	Knaggen ger. stechen		19	3,5	v.Hd.	18	F	E	2,29	1,78	2,07				6,14		2,04	
26	Supp. z. Kopf kurbeln						F	E	0,90	0,50	0,25				1,65	0,55		
27	Span ansetzen						F	E	0,66	0,60	0,40				1,66	0,55		
28	Kopf b. „f“ einstecken		32		v.Hd.	18	F	E	5,33	4,10	5,00				14,43		4,81	
29	Maschine ausrücken						F	E	0,16	0,50	0,16				0,82	0,27		
30	Supp. zurückkurbeln						F	E	0,40	0,10	0,33				0,83	0,28		
31	Stahl ausspannen						F	E	0,75	0,25	0,33				1,33	0,44		
32	" einspannen n. gedreht Ø f. d. nächste Büchse						F	E	0,50	1,00	0,60				2,10	0,70		
33	Büchse losspannen						F	E	1,50	1,33	1,60				4,43	1,48		
34	" herunterl. m. Flaschenz.						F	E	0,50	0,50	0,33				1,33	0,44		
35	" beiseite rollen						F	E	0,16	0,33	0,40				0,89	0,30		
															17,65	25,12		



ordentlich lehrreich für die Ersparnisse, die durch die durchgeführte Rationalisierung eines Arbeitsvorganges gemacht werden können. Wäre sie nicht erfolgt, so hätte der Kalkulator, so oft diese Schieberbüchsen in der Werkstatt angefertigt worden wären, die in Bild 55, Spalte I errechnete Zeit bezahlen müssen. Erst die Durchführung der Rationalisierung machte es möglich, an ihrer Stelle die in Spalte II errechneten Werte zu benutzen.

Allerdings zeigt schon ein Vergleich der Bilder 49 und 52, daß die Durchführung der Rationalisierung mit erheblichen Kosten verknüpft war, Kosten, die sich nur durch die erreichte Zeitersparnis bezahlt machen. Das wird nur dann eintreten, wenn — wie bei der reinen Massenfertigung — die Werkstücke in genügender Zahl vorliegen, oder wenn — wie es in diesem Beispiel der großen Reihenfertigung gezeigt ist — genügend Werkstücke gleicher Form, wenn auch mit anderen Dimensionen zu bearbeiten sind.

d) Bilden der Kalkulationsunterlagen und Rechnen von Beispielen.

Wie nun aus der letzten Zeitstudie und ihrer Auswertung Kalkulationsunterlagen für diese ähnlichen Werkstücke geschaffen werden, zeigt das Bild 56. Die Zusammenziehung der aus der Zeitstudie gewonnenen Werte gibt nur wenige Zahlengrößen, mit

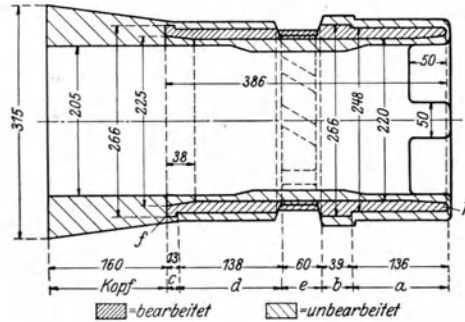
A. Borsig G. m. B. H.	Zeitstudien in der großen Reihenfertigung		Bild 56
Zusammenstellung der Ergebnisse der Zeitstudien Bild 53 zu Kalkulationsunterlagen			
Einrichten ohne Verlustzeit			
1.	t_{ee} lt. Tafel 50 =	.....	25,2 Minuten
Maschinenzeit ohne Verlustzeit			
2.	$t_h = \frac{L}{n \cdot s}$ für das Durchmesserschuppen, und zwar für $a + b + e + d + c +$ Kopf- andrehen		
	$L = l + 20$ mm für Andrehen des Kopfes		
	$n = 18$ je Minute lt. Auswertung Bild 54 Pos. 7 — 9 — 11 — 13 — 15		
	$s = 1,4$ " Umdrehung "		
3.	t_h für die Ansätze und Knaggen gerade drehen und zwar für f und h		
	" 28 mm Drehlänge = 4,45 Minuten lt. Pos. 22 und 25		
	" 1 mm " $\sim 0,15$ "		
4.	t_h " das Kopfabstechen für 32 mm Drehlänge = 4,81 Minuten lt. Pos. 28		
	1 mm " = 0,15 "		
Handzeit ohne Verlustzeit			
5.	t_n für Spannen	Pos. 1 + 2 + 3 + 4 = 2,93 \sim 3 Min.	} einmal zu berechnen 8,2
6.	" Abspannen	" 33 + 34 + 35 = 2,22 \sim 2,2 "	
7.	" 2 \times Stahl ein- und ausspannen	" 18 = 0,39	
	"	" 19 = 0,78	
	"	" 31 = 0,44	
	"	" 32 = 0,70	
		} 2,4 "	
8.	Support zurückkurbeln	" 29 + 30 = \sim 0,6 "	
	Span anstellen und messen für a	Pos. 5 + 6 = 2,54	
	" b	" 8 = 1,12	
	" Kanal	" 10 = 1,33	
	" d	" 12 = 0,84	
	" c	" 14 = 0,70	
	" $b + c$ seidl.	" 16 + 17 + 20 + 21 = 0,65	
	" Knaggen	" 23 + 24 = 1,36	
	" Einstechen	" 26 + 27 = 1,10	
	für 8 Späne	9,64	
9.	Anstellen und Messen " 1 Span	.....	\sim 1,2 Minuten
Die Anzahl dieser Späne richtet sich nach Art und Dimension der zu berechnenden Schieberbüchse			

A. Borsig
G. m. b. H.

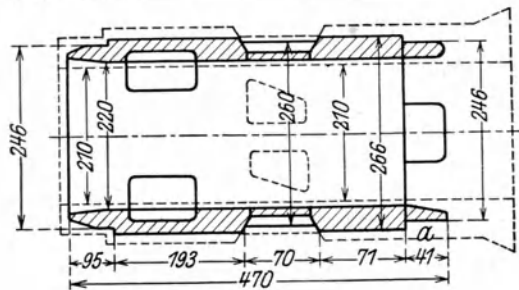
Zeitstudien für die große Reihenfertigung

Bild 57

Rechnen von Beispielen nach Tafel 56



1. Einrichtezeit $t_e = 25,2 + \frac{15}{100} \cdot 25,2 = 29$ Min.
 2. Maschinenzeit für Durchmesser $t_h = \frac{L}{n \cdot s} = \frac{386 + 20}{18 \cdot 1,4} = 16,0$ "
 - lt. Pos. 3 lt. Tafel 56 Ansätze $t_h = \left(\frac{266 - 248}{2} + \frac{248 - 210}{2} \right) \cdot 0,15 = 4,2$ "
 - lt. Pos. 4 lt. Tafel 56 Kopf einst. $t_h = \left(\frac{266 - 205}{2} \right) \cdot 0,15 = 4,7$ "
 3. Handzeit für Pos. 5 bis 8 lt. Tafel 56 = 8,2 "
 - lt. Pos. 9 = $8 \cdot 1,2 = 9,6$ "
- $t_g = \dots = 42,7$ Min.
- $t_v = \frac{15}{100} \cdot t_g = 6,4$ "
- $t_{st} = \dots = 49,1$ Min.



1. Einrichtezeit $t_e = 25,2 + \frac{15}{100} \cdot 25,2 = 29$ Min.
 2. Maschinenzeit für Durchmesser $t_h = \frac{L}{n \cdot s} = \frac{470 + 20 + 41 + 20}{18 \cdot 1,4} = 21,9$ "
 - der Absatz a wird mit 2 Spänen gedreht
 - lt. Pos. 3 lt. Tafel 56 Ansätze $t_h = \left(\frac{266 - 246}{2} + \frac{246 - 210}{2} \right) \cdot 0,15 = 4,2$ "
 - lt. Pos. 4 lt. Tafel 56 abstech. = $\left(\frac{266 - 210}{2} \right) \cdot 0,15 = 4,2$ "
 3. Handzeit für Pos. 5 bis 8 lt. Tafel 56 = 8,2 "
 - für Pos. 9 lt. Tafel 56 9 Späne à 1,2 = 10,8 "
- $t_g = \dots = 49,3$ "
- $t_v = \frac{15}{100} \cdot 49,3 = 7,4$ "
- $t_{st} = \dots = 56,7$ Min.

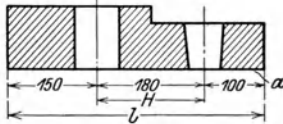
denen die Rechnung vom Kalkulator fast mechanisch für alle Schieberbüchsen der gleichen Form ausgeführt werden kann. Wie einfach sich eine solche Kalkulation gestaltet, ist an den in Bild 57 ausgeführten Beispielen gezeigt. Die obere ist die in Bild 48 bereits dargestellte Schieberbüchse, für die auf Grund der Unterlagen Bild 56 die Zeit nochmals errechnet ist; die untere ist eine Büchse ähnlicher Form mit anderen Abmessungen, für die die Herstellungszeit mit den gleichen Hilfsmitteln berechnet wurde.

Ein weiteres Beispiel aus der großen Reihenfertigung soll zeigen, wie man die durch Zeitstudien gefundenen Kalkulationsunterlagen noch weiter vereinfachen kann.

In Bild 58 ist eine Kurbel dargestellt, die auf der Fläche a gehobelt werden soll. Die Zeitaufnahme für diesen Hobelvorgang und seine Auswertung sind aus Platzersparnisgründen nicht aufgeführt; sie unterscheiden sich äußerlich auch nicht von den in Bild 53 und 54 dargestellten. Ähnlich wie es in Tafel 56 für die Schieberbüchse geschehen ist, sind hier Werte aus der Auswertung der Zeitaufnahme zusammengestellt, die der Kalkulator zur Berechnung des Hobelvorganges an solchen Kurbeln benutzen kann. Die Variablen für diese Berechnung sind die Zeit für das Spannen der Kurbel, die abhängig ist von der Größe, und die Zeit für das Hobeln selbst, die sich richtet nach den Maßen l und b . Die übrigen Zeiten für das Einrichten, für Anstellen und Messen des Stahles und die Werte für den Vorschub sind für alle Kurbeln konstant. Um die Zeiten für das Spannen ähnlicher Werkstücke mit anderen Dimensionen schnell zu finden, ist in Bild 59 oben eine graphische Darstellung gegeben, aus der diese Spannzeiten zu entnehmen sind. Die eingezeichneten Punkte stellen die durch Zeitstudien gefundenen Werte für die einzelnen Kurbelgrößen dar, und zwar sind die Kurbelgrößen gekennzeichnet durch die Hublänge H . Die Kurve für die Ermittlung der Griffzeit ist als Mittelwert zwischen all diesen Punkten eingezeichnet. Man findet nun die Spannzeiten für eine Kurbel von 180 mm Hub in der Weise, daß man von der Hubskala 180 nach rechts geht bis zum Schnittpunkt A mit der die Spannzeit darstellenden Kurve; dann zeigt sich senkrecht unter A mit dem Wert 13,1 die Spannzeit.

Die zweite Variable, die Hobelzeit x_1 für 10 mm Breite, wird auf Grund der Maschinenkarte des AwF für Hobelmaschinen (S. 63) berechnet; sie richtet sich nach der Hublänge. Die Zeiten für verschiedene Hublängen sind aber keinesfalls untereinander proportional, da die Tischgeschwindigkeit der Hobelmaschinen bei verschiedenen Hobelängen nicht gleichwertig bleibt. Für die Ermittlung der Tischgeschwindigkeit für Hobelmaschinen sei auf die Gebrauchsanweisung hingewiesen, die ebenfalls mit den Maschinenkarten vom AwF mitgeliefert wird.

Aus den konstanten Zeiten für Messen und Anstellen, aus der Kurve für die Spannzeit und aus der Hobelzeitberechnung auf Grund der Maschinenkarte ist zur weiteren Vereinfachung der Kalkulationsunterlagen für eine Anzahl Kurbeln die Gesamtzeit $t_{st} = t_n + t_h + t_v$ (laut Schema Bild 2) berechnet. Diese Werte sind in Tabelle 59 unten ebenfalls in graphischer Form zur Darstellung gebracht. Diese Tafel enthält mit Ausnahme der Einrichtezeit t_e , die ja für jede Kurbel den konstanten Wert von 27,1 Minuten hat, also alle Zeiten, die der Kalkulator zu berechnen hat. Man findet also die Zeit für das Hobeln der Fläche a an einer Kurbel von einer Gesamtlänge 430 mm und der Breite 300 mm in der Weise, daß man von der Längenskala von Punkt 430 links horizontal nach rechts geht bis zum Schnittpunkt B mit derjenigen Kurve, die der Hobelbreite von 300 mm entspricht. Vertikal unter dem Schnittpunkt B findet man die Gesamtzeit $t_{st} = 88,6$ Minuten für den zu kalkulierenden Hobelvorgang. Gerade dieses Beispiel, das ebenfalls von der A. Borsig G. m. b. H., Tegel, stammt, zeigt also, zu welcher Vereinfachung man die Kalkulationsunterlagen ausbauen kann, die auf Grund von Zeitstudien für die große Reihenfertigung geschaffen sind, also für gleiche Arbeitsvorgänge an einer größeren Anzahl der Form nach ähnlicher, aber der Größe nach verschiedener Arbeitsstücke.

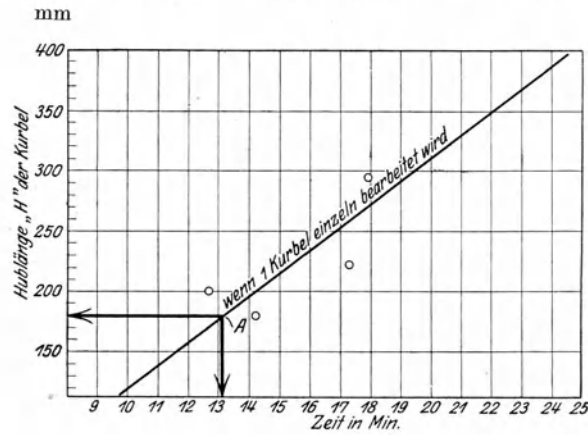
A. Borsig G. m. b. H.		Zeitstudien in der großen Reihenfertigung		Bild 58	
Breite $b = 300$ mm		Arbeitsauftrag: Hobeln der Seite a der links gezeichneten Kurbel durch Schruppen und Schlichten.			
		Es wird 1 Stück gespannt.			
Zusammenstellung der Griffe aus der Zeitstudie					
für Einrichten t_{ee} in Minuten			für Nebenzeiten t_n in Minuten		
1	Zeichnung besorgen	6,0	1	Spannzeit (s. auch Bild 59 oben)	13,1
2	Zeichnung lesen	1,9	2	je 1 Schrupp- u. Schlichtstahl ein- und ausspannen	3,8
3	Schraubstock aufsetzen	12,3	3	2 Späne anstellen u. messen à 3	6,0
4	Querbalken in Stellung bringen	2,5	4	2 mal Vorschub einstellen à 0,5	1,0
5	Hub einstellen	0,9	5	2 Masch. ein- u. ausrücken à 0,25	0,5
		t_{ee}			t_n
		23,6			24,4
Für t_n					
Schruppen $s_1 = 0,85$ Schlichten $s_2 = 1,7$					
Zeit für 10 mm Breite feststellen auf der Maschinentafel, der Hublänge L_n entsprechend } für Schruppen = x_1 } für Schlichten = x_2					
$L_n = l + l_z + A_l + U_l = l + 20 + 150 = l + 170$ $B = b + 2 Z_b = b + 20$					
$t_n = \frac{B}{10} \cdot x_1 + \frac{B}{10} \cdot x_2 = \frac{B}{10} \cdot (x_1 + x_2)$ $\frac{x_1}{x_2} = \frac{1,7}{0,85} = \frac{2}{1}$					
$t_n = \frac{B}{10} \cdot \frac{3x_1}{2} = \frac{3 \cdot B \cdot x_1}{20}$					
Ausrechnung der oben skizzierten Kurbel mit $H = 180$ und $b = 300$					
$t_e = t_{ee} + t_v = 23,6 + \frac{15}{100} \cdot 23,6 = 23,6 + 3,5 = 27,1$ $t_g = t_n + t_n = \frac{(300 + 20) \cdot 3 \cdot x_1}{20} + 24,4$ x_1 für $L_n = 600 (= 430 + 170)$ lt. Maschinentafel = 1,08 $t_g = \frac{320 \cdot 3 \cdot 1,08}{20} + 24,4 = 52,8 + 24,4 = 77,2$ $t_{st} = t_g + t_v = 77,2 + \frac{15}{100} \cdot 77,2 = 77,2 + 11,6 = 88,6$ Minuten					

A. Borsig
G. m. b. H.

Zeitstudien in der großen Reihenfertigung

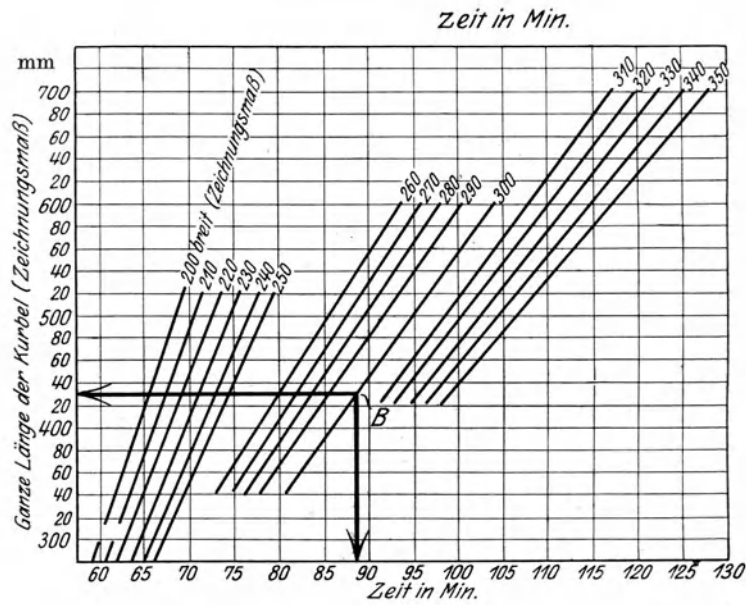
Bild 59

Kurve zur Ermittlung der Spannzeit für 1 Kurbel lt. Bild 58



Kurve zur Ermittlung der Gesamtakkordzeit t_{st} , also einschl. t_v
für das Hobeln der glatten Seite einer Kurbel auf Cincinnati Lang-
hobelmaschine 1207—1270 bei 1 Stek. aufspannen.

Für Kurbel Bild 58.



IV. Zeitstudien in der Einzel- und kleinen Reihenfertigung.

a) Grundsätze für die Vornahme von Zeitstudien für dieses Fertigungsgebiet.

War der Arbeitsumfang, für den man bei der Massenfertigung Zeitstudien machte, jeder einzelne überhaupt in der Fabrikation vorkommende Arbeitsgang, in der großen Reihenfertigung der bei ähnlichen Werkstücken sich wiederholende Arbeitsgang, so müssen die Zeitstudien in der Einzel- und kleinen Reihenfertigung Ergebnisse schaffen, die für alle in verschiedener Form an den verschiedensten Werkstücken vorkommenden Arbeitsvorgänge Verwendung finden. Für die beiden besprochenen Gebiete galt die Zeitstudie also für die gleichen, oder wenigstens für ähnliche Stücke. Die Handzeiten waren für alle Stücke gleich, die Maschinenzeiten variierten höchstens durch die verschiedenen Längen der Werkstücke. Für die dadurch bedingten Unterschiede in den Maschinenzeiten brauchten insofern keine besonderen Unterlagen geschaffen zu werden, als durch die Rationalisierung ausprobiert wurde, welche Schnittgeschwindigkeit, ja welche Tourenzahl und welcher Vorschub die für den vorliegenden Arbeitsvorgang günstigsten seien. In der kleinen Reihenfertigung ist dieses Proben und Untersuchen der besten Fertigung für jedes Arbeitsstück unmöglich. Hier muß der Kalkulator für die vielen vorkommenden Werkstücke und Arbeitsstufen sowohl Maschinenzeit wie Handzeit vorher berechnen können. Der Weg, der für diesen Zweck zur Schaffung brauchbarer Kalkulationsunterlagen führt, ist bereits bei der Zusammenstellung der Unterlagen durch Erfahrungswerte Tafel 32 und 33 gewiesen worden, von denen festgestellt wurde, daß sie besonders für die Einzel- und kleine Reihenfertigung anwendbar sind; dieser Weg ist auch hier wieder zunächst für die Schaffung von Unterlagen für die Handzeiten der folgende:

Man schafft Richtwerte nicht wie bei der Massen- und Reihenfertigung für Arbeitsstufen und Arbeitsvorgänge, sondern für Griffe. Sie sind die gleichbleibenden Elemente, die — allerdings in tausend und abertausend Kombinationen — in der kleinen Reihenfertigung bei jeder Arbeitsstufe und jedem Arbeitsgang wiederkehren.

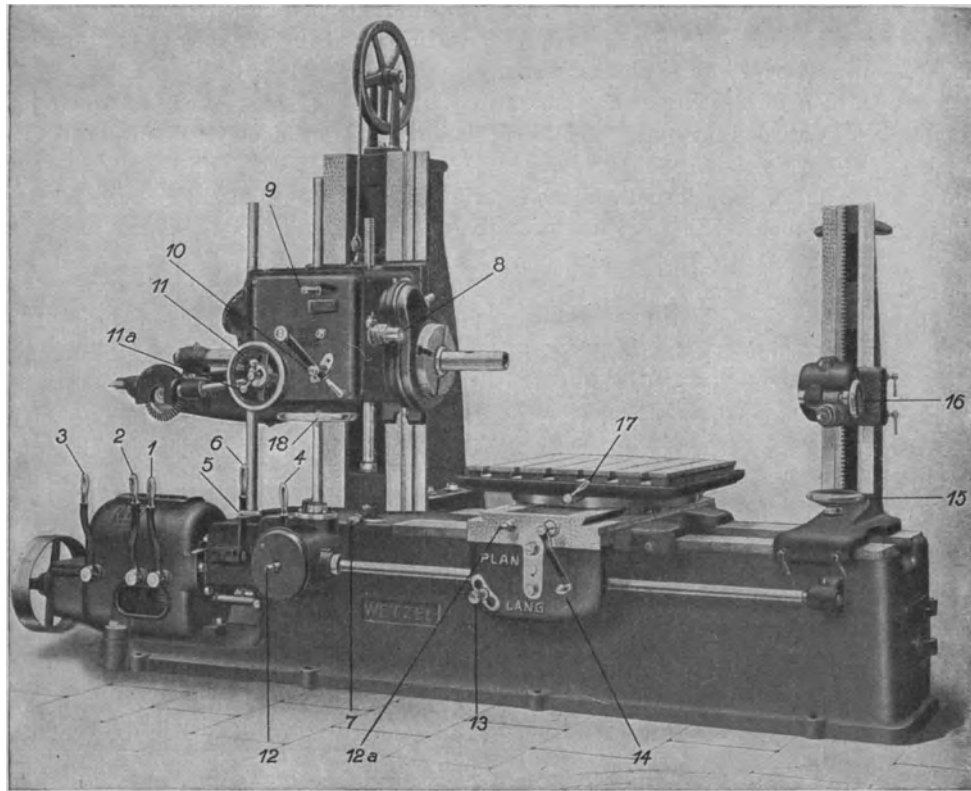
Für ihre genaue Ermittlung lohnt sich also der Aufwand, der die Vornahme von Zeitstudien immerhin bedeutet. Es sei dies an einem Beispiel klar gemacht. Sicher ist die zum Anstellen eines Spanes notwendige Bewegung des Supportes ein Vorgang, der in der Dreherei hundertmal täglich vorkommt. Wenn man nun für diese Bewegung, die bei den verschiedensten Werkstücken und zu den verschiedensten Arbeitsvorgängen (Drehen zum Schleifen, zum Schrappen, zum Schlichten usw.) vorgenommen werden muß, auf Grund von Zeitstudien eine genaue Zeit festgelegt, so hat man diesen Wert zwar auf umständliche Weise geschaffen, aber eine für immer gültige Größe gefunden, die hunderte von Malen zur Kalkulation benutzt werden kann. Wenn nun für diese Griffe solche genaue Zeiten, die wir als Normzeiten bezeichnen wollen, durch Zeitstudien gefunden sind, dann folgt der zweite Teil der Aufgabe:

Die Normzeiten müssen weiter zu solchen Griffkomplexen zusammengestellt werden, die bei den verschiedenen Arbeitsstufen — wenn auch bei anderen Werkstücken — immer wieder vorkommen. Die Normzeiten müssen also so zusammengesetzt werden, daß ihr Gebrauch für die Kalkulationsrechnung sich einfach gestaltet. Selbstverständlich können sie nur für dasjenige Werk als Normzeiten angesehen werden, in dem sie geschaffen sind. Sie sind jedoch ohne weiteres auf andere Fabriken übertragbar, falls die gleichen Betriebs- und Fabrikationsbedingungen vorliegen.

b) Normzeittabellen für die Dreherei.

Die Normzeiten für die Griffe, auf denen sich die Kalkulation aufbauen soll, können nun nach zwei Gesichtspunkten geordnet werden: entweder für jede Maschine, für jedes Meß-, Spann- und Schneidwerkzeug gesondert, oder für Gruppen von Maschinen ähnlicher Größe zusammengefaßt. Das erste Verfahren wird angewendet, wenn die Griffe an besonders großen und schweren Maschinen vorkommen. Wenn wir z. B. für das in Bild 60

Ludw. Loewe & Co. A.-G.	Zeitstudien in der Einzel- und kleinen Reihenfertigung	Bild 60
----------------------------	---	----------------



Pos.	Zeiten für Griffe am Horizontal-Bohrwerk „Wetzel Nr. 6“	Kennzeichnung der ausführenden Bewegung	Zeit in Min.	Bemerkung
1	Umdrehungen der Bohrspindel ändern	Hebel 1, 2, 3	0,16	
2	„ „ „ „	„ 2, 3	0,10	
3	„ „ „ „	„ 1	0,08	
4	Auf- und Abwärtsbewegung des Spindelkastens einschalten . . .	„ 4, 5, 7	0,25	
5	Verstellung des Spindelkastens von Hand	Kurbel 12	0,20	25 mm
6	Rechts- oder Linksgang der Bohrspindel einschalten	Hebel 6	0,05	
7	Verstellen der Bohrspindel von Hand	Handrad 11	0,15	100 mm
8	Selbsttätigen Vorschub der Bohrspindel einschalten	Griff 11a	0,03	
9	Vor- und Rückwärtstransport der Bohrspindel einschalten . . .	Hebel 10	0,05	
10	Vorschub ändern	Kupplung 8	0,08	
11	Vorschub wechseln vom Bohrgang zum Reibegang	{ Hebel 9 } { Kupplung 8 }	0,15	
12	Feinzustellung der Bohrspindel	Handrad 18		5 mm
13	Selbsttätige Bewegung des Bettschlittens einschalten	Hebel 5, 7, 13	0,18	
14	Bewegung des Bettschlittens von Hand	Kurbel 12a	0,45	100 mm
15	Selbsttätige Bewegung des Aufspanntisches einschalten	Hebel 5, 7, 13	0,18	
16	Bewegung des Tisches von Hand	Kurbel 14	0,23	100 mm
17	Vor- u. Rückwärtstransport d. Bettschlittens od. d. Tisches einschalt.	Hebel 7	0,04	
18	Bewegung des Gegenhalters auf dem Bett	Handrad 15	0,45	300 mm
19	Führungslager am Gegenhalter verstellen	„ 16	0,80	100 mm
20	Tisch um 90° verstellen	Index 17	1,25	

gezeigte Bohrwerk Zeiten für das Einstellen der Bohrwerkzeuge und Bewegungen der Supporte brauchen, so müssen sie eben an dieser Maschine besonders durch Zeitstudien gefunden werden. Durchschnittswerte für eine Gruppe Bohrwerke würden bei der Verschiedenheit der Konstruktionen, die gerade bei großen Maschinen meist vorliegen, falsche Zeiten ergeben. In Bild 60 sind solche Normzeiten für das Bohrwerk — aus Zeitstudien gefunden — zusammengestellt.

Weiter sind solche Normzeiten für eine bestimmte Maschine dann nötig, wenn es sich zwar um eine kleine Reihenfertigung handelt, wenn aber die gleichen Arbeitstufen sehr häufig auf derselben Maschine vorkommen, was besonders für Revolverbänke zutrifft. In Bild 61 ist für eine solche Revolverbank eine Aufstellung der Griffzeiten gegeben. Es würde sich empfehlen, wenn die Werkzeugmaschinenfabriken beim Verkauf ihrer Typen eine derartige Griffzeitabelle mitlieferten; es wäre durch sie möglich, sich schon beim Einkauf ein Bild über die Handlichkeit der Maschine zu machen.

Das zweite Verfahren soll Normzeiten nicht für einzelne Maschinen und Werkzeuge, sondern für Gruppen von ihnen zusammenstellen. Dieser Weg ist für ähnliche Maschinen mittlerer und geringer Größe zu empfehlen, besonders um die Aufstellung von Normzeiten nicht mit zu großen Kosten zu verknüpfen. Die Unterteilung der Griffe geschieht zunächst ihrer Art nach. Man unterscheidet also:

1. Griffe an der Maschine (unterteilt nach der Größe der Maschine und der Länge der Bewegungen).
2. Griffe am Werkstück (unterteilt nach der Größe des Werkstückes, und nach der Länge des Weges, auf dem das Werkstück bewegt wird).
3. Griffe am Spannwerkzeug (unterteilt nach der Art der Spannwerkzeuge).
4. Griffe am Schneidwerkzeug (unterteilt nach der Art des Schneidwerkzeuges, ob Schlichtstahl oder Bohrer, ob Gewindestahl usw.).
5. Griffe für das Messen des Arbeitsvorganges (unterteilt nach Art und Größe des zur Verwendung gelangenden Werkzeuges).

Für die Sammlung der Normzeiten werden nun in tabellarischer Form, wie die Bilder 62—68 wieder als Beispiel für eine Dreherei zeigen, links die überhaupt vorkommenden Griffe aufgeführt und rechts die Unterteilungen geschaffen für die Größengruppen, die die zu ihrer Ausführung nötige Zeit beeinflussen. Die Zeiten für die so unterteilten Griffe werden nun nicht etwa in der Weise gefunden, daß man die Griffe einzeln nacheinander ausführt und mißt. Eine derartig künstlich konstruierte Aufnahme würde völlig falsche Werte geben. Die Werte müssen dem Leben der Werkstatt selbst entnommen werden. Solche Zeiten werden deshalb an einer Reihe von in der Werkstatt ausgeführten zusammenhängenden Arbeitsvorgängen gemessen. Es ist jedoch notwendig, daß dies bei mindestens 10 Aufnahmen geschieht. Aus dieser beliebigen Zeitstudie nimmt man die Zeiten für die einzelnen Griffe heraus und trägt sie in die entsprechenden Rubriken der Normzeittabellen 62—68 ein. Wenn man eine solche Zergliederung bei sehr vielen beliebigen Arbeitsvorgängen vornimmt und die Griffzeiten in den Tabellen 62—68 sammelt, dann füllen sich allmählich deren Spalten, und das durch die textliche Einteilung gegebene Gerippe wird durch die Zahlenwerte komplettiert. Wenn dann hin und wieder einige Zahlenwerte fehlen, weil zufälligerweise entsprechende Arbeitsstufen im Werk nicht zur Verfügung stehen, so können die dazwischen liegenden Zeiten durch Interpolation gebildet werden.

Bild 69 zeigt die Zeitaufnahme einer solchen Arbeitsstufe, die für die Bildung von Normzeiten ausgenutzt ist. Es ist wieder das Formular des AwF verwendet, nur ist aus Platzersparnisgründen in dem Bild der Kopf fortgelassen.

Bei einem Dreher, der eine Reihe von Rädern mit 50 mm Bohrung im Gewicht von 12 kg zu drehen hat, wird für das Aufspannen solcher und ähnlicher Werkstücke die Zeitaufnahme gemacht. Sie ist bei Anfertigung von 10 Arbeitsstücken erfolgt; die Werte sind als Mittelwerte gebildet und enthalten keinerlei Zuschläge für Mehrverdienst t_m oder Verluste t_v . Die Zeiten entsprechen also dem Begriff t_n in dem Schema 2 und 3.

Ludw. Loewe & Co. A.-G.		Zeitstudien für die kleine Reihenfertigung				Bild 63		
		Normzeiten für Griffe an Drehbänken						
Pos.	Griffe an der Maschine	Kennzeichnung der auszuführenden Bewegung	Spitzenhöhe					
			150 mm	200 mm	250 mm	350 mm		
			a	b	c	d		
41	Bewegung des Supports (plan)	Länge = 25 mm	0,03	0,04	0,05	0,06		
42	" " " "	" = 50 "	0,06	0,07	0,08	0,08		
43	" " " "	" = 100 "	0,10	0,11	0,12	0,13		
44	" " " "	" = 150 "	0,14	0,15	0,16	0,18		
45	" " " "	" = 200 "		0,19	0,20	0,23		
46	" " " "	" = 250 "			0,24	0,28		
47	" " " "	" = 300 "				0,33		
48	" " " "	" = 350 "				0,38		
49								
50								
51	Anschläge am Bett einstellen		0,33	0,33	0,33	0,33		
52	" " Bettschlitten einstellen		0,33	0,33	0,33	0,33		
53								
54								
55	Verstellung des Reitstockes durch	Länge = 500 mm	0,08					
56	einfaches Verschieben von Hand	" = 1000 "	0,12					
57	einschl. Lösen u. Feststellen des	" = 1500 "	0,15					
58	Exzenters	" = 2000 "	0,20	②	④	④z		
59	Verstellung durch einfach. Verschieben	" = 500 "		0,32	0,38	0,63		
60	einschl. Lösen u. Anziehen von	" = 1000 "		0,38	0,46	0,67		
61	2 Schrauben ②	" = 1500 "		0,43	0,54	0,71		
62	desgl. 4 Schrauben ④	" = 2000 "		0,50	0,67	0,75		
63	Verstellung durch Zahnrad und							
64	Kurbel ④z							
65	einschl. Lösen u. Anziehen von							
66	4 Schrauben							
67	Pinole im Reitstock verschieben	Länge = 50 mm	0,13	0,15	0,15	0,17		
68	einschl. Knebel lösen od. anziehen	" = 100 "	0,20	0,22	0,23	0,27		
69	" " " " "	" = 150 "	0,27	0,30	0,32	0,37		
70	" " " " "	" = 200 "		0,38	0,40	0,47		
71	" " " " "	" = 250 "				0,57		
72	Einstellen d. Supports nach Skala		0,08	0,08	0,10	0,13		
73	" " " " Anschlag		0,07	0,07	0,08	0,10		
74	Einstellen d. Konus am Reitstock		1	1,08	1,17	1,25		
75	" " " " Support		0,54	0,58	0,62	0,67		
76	Aufbringen der Konusschiene		2,16	2,50	2,92	3,33		
77	" d. Spitzenschleifapparates		2,50	2,50	2,50	2,50		
78	m. elektr. Leitung							
79	Aufstecken d. Räder zum Gewinde-		3,33	3,54	3,75	4,17		
80	schneiden		0,04	0,05	0,06	0,07		
	Räderwechsel durch Hebel							

Ludw. Loewe & Co. A.-G.		Zeitstudien für die kleine Reihenfertigung							Bild 66											
		Normzeiten für Griffe in der Dreherei																		
Pos.	Benennung	Griffe am Einspannwerkzeug	Ø des Einspannwerkzeuges bis mm																	
			a	b	c	d	e	f	g	h	i									
			25	50	75	100	150	200	250	300	600									
201	Klemmfutter	reinigen bei nasser Bearbeitung	0,13	0,13	0,15	0,17	0,17	0,21	0,21	0,25										
202		Einsatzbüchse einsetzen u. herausnehmen																		
203		laufend ausdrehen																		
204		abnehmen mit Konus																		
205		vom Spindelkopf abschrauben				0,29	0,32	0,42	0,75	1,17	2,5									
206																				
207																				
208	Drehdorn	ölen	0,16	0,18	0,19	0,22	0,25	0,30												
209		einführen in das Werkstück	0,12	0,14	0,17	0,18	0,23													
210		ein- u. auspressen auf Klotz	0,15	0,25	0,33	0,67	1,08													
211		" " " " Dornpresse	0,50	0,75	1,50	2,08	2,92													
212																				
213	Exp. Dorn	zuspannen																		
214		lösen																		
215																				
216	Spreizdorn	zuspannen	0,16	0,21	0,23	0,23														
217		lösen																		
218																				
219	Konushülsen	einsetzen u. herausnehmen	0,20	0,25	0,25	0,28	0,33													
220																				
221																				
222	Patrone	einsetzen a für Handradanzug																		
223		" b " Spannen durch Mutter																		
224		spannen u. lösen durch Handrad	0,11																	
225		" " " " Mutter																		
226				150	200	250	320	Spitzenhöhe												
227		Lünette	mitgehend Backe einstellen	0,75	0,83	1,00	1,25													
228	" aufmontieren		1,42																	
229	" abmontieren		1,17																	
230	feststehend öffnen		0,07	0,08	0,09	0,10														
231	" Backen 10 mm verstellen		1,00	1,17	1,33	1,50														
232	" schließen und spannen		0,13	0,14	0,16	0,17														
233	" aufmontieren		0,33																	
234	" abmontieren		0,33																	
235	Schutzstreifen zwischenlegen		0,13	0,13	0,15	0,15														
236	" verschieben		0,05																	
237																				
238																				
239	Spannschraube	Mutter lösen und anziehen	0,18																	
240																				

Ludw. Loewe & Co. A.-G.		Zeitstudien für die kleine Reihenfertigung										Bild 68	
		Normzeiten für Griffe in der Dreherei											
Griffe am Werkstück			Anzahl der Messungen, abhängig von der Länge										
Pos.	Meßgriffe	Genauigkeitsgrad	Anzahl der Messungen für den \varnothing bei einer Ansatzlänge bis mm										
			25	50	75	100	150	200	250	300	500	600	
			a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	
281	Schublehre	grob	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	für jeden Span
282	"	genau	1	2	2	2	3	3	4	4	5	6	" " "
283													
284	Rachenlehre	gr. Tol.	1	2	2	2	3	3	3	3	4	5	für jeden Span
285	"	enge Tol.	2	2	3	3	4	4	5	5	6	7	" " "
286													
287	Kaliberdorn	genau	4	4	5	5	5	5	6	6	—	—	Gesamtmessung
288													
289	Kaliberring	genau											
290													
291	Mikrometerschraube	genau	2	3	3	4	4	5	6	6	8	10	für jeden Span
292													
293	Fühlhebel	genau	2	2	3	3	3	3	4	4	5	5	für jeden Span
294													
295	Meßuhr	genau	2	2	3	3	3	3	4	4	5	5	für jeden Span
296													
297	Gew. Lehrmutter	genau	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	Gesamtmessung.
298	Gew. Lehdorn	"	3	3	4	4	4	4	5	5	—	—	"
299													
300	Innentaster	grob	2	2	2	2	2	2	2	2	—	—	für jeden Span
301	"	genau	3	3	4	4	4	4	5	5	—	—	"
302													
303	Außentaster	grob	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	für jeden Span
304	"	genau	2	3	3	4	4	4	5	5	6	6	"
305													
306	Gradwinkel	genau	1	1	2	2	2	2	3	3			für jeden Span
307													
308													
309	Endmaß als Anschlag	gr. Tol.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	für jeden Span
310													
311	Endmaß b. Messen v. Nuten	kl. Tol.	2	2	3	3	3	3	3	3	—	—	Gesamtmessung.
312													
313	Maßstab	genau	2	2	3	3	3	3	3	3	—	—	Gesamtmessung.
314													
315	Gew. \varnothing Meßmasch.	genau	2	2	3	3	3	3	4	4	—	—	Gesamtmessung.
316													
317	Gew. Steig. Meßmasch.	genau	2	2	3	3	3	3	3	3	—	—	Gesamtmessung.
318													
319	Doppelvernier	genau	2	2	2	2	2	2	2	2	—	—	für jeden Span
320													

Ludw. Loewe & Co. A.-G.		Zeitstudien in der kleinen Reihenfertigung Entwicklung von Normzeiten in der Dreherei										Bild 69									
Zeitaufnahme für das Aufdornen und Zwischen- die -Spitzen-spannen eines Rades mit 50 mm Bohrung und ca. 12 kg Gewicht																					
Lfd. Nr.	Unterteilung	Werkzeuge und Vorrichtung	*) in mm		n od. v	**) E F	Für die gleiche Teilarbeit aufgenommene Zeit:										Quersumme	Mittelwert		Minutenumm.	Einzelabweich.
			L	a			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Hand	Masch.		
1	Werkstück z. Höhe der Bearbeitungsstelle heben		2 m			E F	0,11	0,09	0,13	0,10	0,11	0,12	0,10	0,11	0,13	0,09	1,09	0,11			
2	kleine Bohrung entgraten (eineSeite)					E F	0,20	0,23	0,19	0,18	0,21	0,25	0,17	0,19	0,17	0,21	2,00	0,2			
3	Bohrung reinigen					E F	0,11	0,12	0,15	0,08	0,13	0,12	0,11	0,10	0,13	0,12	1,17	0,12			
4	Drehdorn ölen					E F	0,16	0,18	0,17	0,19	0,17	0,18	0,19	0,20	0,13	0,18	1,75	0,18			
5	Drehdorn einführen					E F	0,14	0,13	0,15	0,13	0,20	0,09	0,13	0,15	0,14	0,16	1,42	0,14			
6	Transport des Werkstücks mit Dorn z. Dornpresse		5 m			E F	0,13	0,14	0,12	0,14	0,15	0,14	0,13	0,13	0,11	0,15	1,34	0,13			
7	Drehdorn einpressen					E F	0,35	0,31	0,33	0,35	0,38	0,32	0,35	0,30	0,40	0,26	3,35	0,33			
8	Transport d. Werkstücks m. Dorn zur Maschine		5 m			E F	0,14	0,13	0,10	0,16	0,13	0,15	0,13	0,13	0,14	0,13	1,34	0,13			
9	Drehherz auf Dorn spannen					E F	0,11	0,11	0,12	0,11	0,12	0,10	0,12	0,11	0,09	0,09	1,08	0,11			
10	Körner ölen					E F	0,05	0,04	0,06	0,05	0,05	0,04	0,05	0,07	0,04	0,05	0,50	0,05			
11	Werkstück z. Höhe der Bearbeitungsstelle heben					E F	0,08	0,09	0,07	0,08	0,09	0,08	0,09	0,07	0,09	0,09	0,83	0,08			
12	Werkstück zwisch. d. Spitzen führen u. herausnehmen					E F	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,25	0,03			
13	Pinole herankurbeln, Knebel anziehen					E F	0,15	0,14	0,15	0,16	0,14	0,16	0,16	0,14	0,14	0,16	1,50	0,15			
14	Knebel lösen, Pinole abkurbeln					E F	0,14	0,16	0,15	0,20	0,10	0,13	0,14	0,18	0,13	0,17	1,50	0,15			
15	Drehherz v. Dorn abspannen					E F	0,07	0,06	0,08	0,07	0,06	0,07	0,06	0,10	0,05	0,06	0,68	0,07			
16	Transport d. fertig bearbeiteten Stückes z. Dornpresse		5 m			E F	0,13	0,12	0,16	0,11	0,13	0,15	0,13	0,15	0,14	0,12	1,34	0,13			
17	Drehdorn auspressen					E F	0,46	0,40	0,43	0,38	0,45	0,50	0,31	0,42	0,40	0,42	4,17	0,42			
18	Transport d. fertig bearb. Stückes z. Lagerplatz		5 m			E F	0,14	0,13	0,14	0,13	0,13	0,13	0,14	0,18	0,11	0,11	1,34	0,13			
Summe der Einzelzeiten:																					
Zeitaufnahmest.		Datum		Name																	
ausgeführt																					
geprüft																					

*) L=Weg- bzw. Arbeitslänge | s=Schnitt- bzw. Spantiefe | v=Vorschub | v = Schnittgeschwindigkeit m/Min. | n=Umdrehungen bzw. Doppelhöhe je Min. | **) E=Einzelzeit | F=Fortschrittzeit.

Die bei dieser Aufnahme vorkommenden Griffe verteilen sich auf die Normtabellen 52 bis 68 wie folgt:

Griffgruppe	Pos. der Aufnahme Bild 69	Pos. der Normtabelle Bild 52 bis 68	Zeit
an der Maschine	13	64 b	0,15
	14	64 b	0,15
am Werkstück	1 + 11	89 c	0,19
	2	118 d	0,20
	3	117 d	0,12
	6 od. (8,16,18)	82 c	0,13
	10	113	0,05
	12	95 c	0,03
am Einspannwerkzeug . .	4	208 b	0,18
	5	209 b	0,14
	7 + 17	211 b	0,75
	9 + 15	161 b	0,18

Wenn man auf diese Weise die Normzeiten für alle Griffe an der Maschine, am Einspannwerkzeug, am Meßwerkzeug, am Werkstück usw. gebildet hat, so hat man damit genau gemessene Werte für diejenigen Grundelemente, aus denen sich alle im Betrieb, allerdings in den verschiedensten Kombinationen wiederkehrenden Handzeiten zusammensetzen. Ebenso müssen natürlich auch Normwerte geschaffen werden für die Berechnung der Maschinenzeiten; über diese Aufgabe wird in Abschnitt E berichtet.

Schon mit Hilfe der Normzeiten ist es dem Kalkulator möglich, einen jeden Arbeitsgang, den er zu kalkulieren bekommt, zu berechnen. Es kann dies dadurch, daß er sich für den zu kalkulierenden Arbeitsvorgang gewissermaßen rückwärts eine Zeitaufnahme konstruiert und für jeden Griff, den er in der Unterteilung findet, aus der Normtabelle die entsprechenden Zeiten einsetzt.

c) Entwicklung einer Spannzeit-Tabelle aus den Normzeiten.

Es ist natürlich klar, daß diese Methode praktisch undurchführbar wäre, denn sie würde jede Kalkulationsrechnung derartig in die Länge ziehen, daß häufig genug die Arbeit schneller ausgeführt ist als die Kalkulation. Gerade in der kleinen Reihen- und Einzelfertigung, wo die Werkstücke häufig wechseln, wo oft nur Arbeitsgänge von kurzer Dauer vorkommen, ist es notwendig, die Unterlagen so auszubilden, daß sie mit einem möglichst geringen Aufwand von Zeit einwandfrei Resultate zuwege bringen. Es werden deshalb — ähnlich wie wir es bereits bei der Bildung von Unterlagen auf Grund von Erfahrungswerten in Bild 19 und 33 oben gesehen haben — für die in der Werkstatt immer wiederkehrenden Griffkomplexe Zeiten errechnet. Auch für diese Griffkomplexe ist am besten ein tabellarisches Schema zu verwenden. Der Werdegang einer solchen Tabelle sei an einem Beispiel gezeigt, und zwar soll eine solche „Gebrauchstabelle“ für die Kalkulation für das Spannen von Werkstücken in der Dreherei entwickelt werden.

Der Aufbau der Tabelle ist bedingt durch die Beantwortung der zwei Fragen: Welche Arten des Spannens von Werkstücken kommen in der Dreherei vor? Wovon ist die Zeitdauer eines solchen Spannvorganges abhängig? Bild 70 gibt die äußere Gestaltung einer solchen Tabelle. Wir sehen, daß als die hauptsächlichsten Spannarten in der Dreherei aufgeführt sind:

1. Spannen zwischen Spitzen,
2. Spannen auf Dorn,
3. Spannen in Dreibackenfutter,
4. Spannen in der Planscheibe.

Ludw. Loewe & Co. A.-G.		Zeitstudien für die kleine Reihenfertigung											Bild 70	
Spannzeit in der Dreherei														
Spannarten	Werkstück holen und weglegen Zeit in Min. Gewicht in kg.						Werkstück umkehren Zeit in Min. Gewicht in kg.							
	-2,5	-5	-10	-25	-50	über 50	-2,5	-5	-10	-25	-50	über 50		
	Spitzenarbeit													
ohne Mitnehmer	0,40	0,45	0,55	0,60	0,95		—	—	—	—	—	—	1	
mit 1 Dreherz	0,55	0,60	0,70	0,75	1,15		0,50	0,55	0,65	0,70	0,80	—	2	
bei Verwendung v. 2 Dreherz.	0,35	0,40	0,50	0,55	0,90		—	—	—	—	—	—	3	
													4	
													5	
Dornarbeit													6	
an Presse aufgedornt													7	
Dorn-Ø bis 25 mm = Dorngewicht 0,6 kg	1,80	1,80					0,50	0,55					8	
" " " 50 " = " 4,3"			2,20	2,70					0,65	0,70			9	
" " " 75 " = " 11,8"					4,00						0,80		10	
" " " 100 " = " 25 "						6,60						1,30	11	
													12	
Dreibackenfutterarbeit													13	
Futter-Ø bis 100 mm													14	
" " " 150 "	0,40						0,30						15	
" " " 200 "		0,45						0,45					16	
" " " 250 "			0,60						0,50				17	
" " " 300 "				0,65						0,55			18	
" " " 400 "					1,30	3,90					0,65	1,20	19	
													20	
Planscheibenarbeit													21	
Planscheiben-Ø bis 200 mm	0,60	0,70					0,50	0,60					22	
" " " 300 "			1,00						0,80				23	
" " " 400 "				1,20						1,00			24	
" " " 500 "					1,80						1,20		25	
" " " 700 "						5,00						3,00	26	
Zeiten gelten nur für Spannen													27	

Die Zeit für das Spannen bei Dornarbeit z. B. wird davon abhängig sein, wo die Dornpresse steht, mit der der Dreher aufdornt, abhängig sein von der Größe des einzuressenden Drehornes, von dem Gewicht des Werkstückes und von dem Weg, auf dem der Arbeiter das Werkstück von seinem Lagerplatz bis zur Drehbank zu bewegen hat. Große Stücke werden entfernter lagern, während kleine Stücke auf dem Werkstück neben der Bank liegen. Weiter sind besondere Zeiten dafür zu entwickeln, wenn der Dreher das aufgedornte Werkstück auf der Bank oder in der Hand umzukehren hat, um die dem Spindelkasten zugekehrte Seite zu bearbeiten. Diese die Spannzeit beeinflussenden Verschiedenheiten sind gruppenweise zusammengefaßt und nun werden für diese Gruppen, die natürlich den Betriebsverhältnissen angepaßt sind, die notwendigen Griffe festgestellt. Die Zeiten für die Griffe entnimmt man aus den Tabellen 62 bis 68 und findet durch ihre Addition die Gesamtzeit für den ganzen Spannvorgang. Die Bilder 71 und 72 zeigen solche Entwicklungstabellen, die die Zeiten für das „Spannen zwischen den Spitzen bei Dornarbeit“ für die Gebrauchstabelle Nr. 70 zusammenstellen. Diese Entwicklungstabellen enthalten zunächst die gleiche gruppenweise Einteilung des zu kalkulierenden Spannvorganges wie die Gebrauchstabelle Nr. 70 selbst, also gestaffelt nach Gewicht des Werkstückes und

Ludw. Loewe & Co. A.-G.		Zeitstudien für die kleine Reihenfertigung						Bild 72		
		Entwicklungstabelle für das Spannen zwischen den Spitzen bei Dornarbeit (Werkstücke umkehren, Serienfertigung)								
Ø des zur Aufstellung der Zeiten angenommenen Dornes	bis 25 Ø		bis 50 Ø		bis 75 Ø		bis 100 Ø			
	150 mm	150 mm	200 mm	250 mm	250 mm	300 mm	über 50 kg			
Spitzenhöhe der zur Aufstellung der Zeiten angenommenen Maschine	bis 2,5 kg		bis 5 kg		bis 25 kg		bis 50 kg			
Gewicht des Werkstücks einschl. des Werkzeuges	auf dem Tisch 1 m Entfernung		auf dem Tisch 1 m Entfernung		auf dem Boden 2 m Entfernung		auf dem Boden 10 m Entfernung			
Lage des Werkstücks	von Hand		von Hand		von Hand		von Hand mit Hilfe eines 2. Mannes			
Transport des Werkstücks	von Hand		von Hand		von Hand		mit Flaschenzug			
Pos.	Spanngriffe		Pos.	Zeit	Pos.	Zeit	Pos.	Zeit	Pos.	Zeit
1	64 a	0,13	64 a	0,13	64 b	0,15	64 c	0,15	64 d	0,17
2	95 a	0,01	95 b	0,01	95 c	0,03	96 e	0,13	96 g	0,13
2a	—	—	107 b	0,08	107 c	0,11	107 d	0,13	107 g	0,50
3	161 a	0,15	161 a	0,15	161 b	0,18	161 c	0,20	161 d	0,22
4	113	0,05	113	0,05	113	0,05	113	0,05	113	0,05
5	64 a	0,13	64 a	0,13	64 b	0,15	64 c	0,15	64 d	0,17
Sa. Min.		0,47	0,55		0,67		0,81		1,24	
Sa. Min.		~ 0,50	~ 0,55		~ 0,70		~ 0,80		~ 1,30	

Ludw. Loewe & Co. A.-G.		Zeitstudien in der kleinen Reihenfertigung												Bild 73										
		Entwicklungstabelle für das Spannen bei Dreibackenfutterarbeit in Dreherei																						
Spannarten	Werkstück holen und weglegen												Werkstück umkehren											
	Zeit in Min. Gewicht in kg												Zeit in mm Gewicht in kg											
	— 2,5		— 5		— 10		— 25		— 50		über 50		— 2,5		— 5		— 10		— 25		— 50		über 50	
	Pos.	Zeit	Pos.	Zeit	Pos.	Zeit	Pos.	Zeit	Pos.	Zeit	Pos.	Zeit	Pos.	Zeit	Pos.	Zeit	Pos.	Zeit	Pos.	Zeit	Pos.	Zeit	Pos.	Zeit
Werkstücktransport zum Arbeitsplatz	—	—	—	—	—	—	83d	0,27	83g	0,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Werkstück zur Bearbeitungsstelle heben u. weglegen	88a	0,08	88b	0,09	89c	0,19	89d	0,26	89g	1,55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 Backen sauber machen	177e	0,07	177f	0,08	177g	0,08	177h	0,10	177i	0,10	177j	0,07	177k	0,08	177l	0,10	177m	0,08	177n	0,10	177o	0,10	177p	0,10
Werkstück ins Futter einführen und herausnehmen	100a	0,01	100b	0,01	100c	0,03	100d	0,06	100e	0,06	100f	0,03	100g	0,03	100h	0,01	100i	0,03	100j	0,03	100k	0,06	100l	0,13
Zusammen ohne ausrichten	178e	0,13	178f	0,15	178g	0,15	178h	0,17	178i	0,18	178j	0,13	178k	0,15	178l	0,15	178m	0,15	178n	0,17	178o	0,18	178p	0,18
Futter öffnen	179e	0,10	179f	0,12	179g	0,12	179h	0,13	179i	0,15	179j	0,15	179k	0,12	179l	0,12	179m	0,12	179n	0,13	179o	0,15	179p	0,15
Werkstücktransport z. Lagerplatz	—	—	—	—	—	—	83d	0,27	83g	0,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Werkstück umkehren	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sa. Min.	~	0,39	~	0,45	~	0,57	~	0,62	~	1,29	~	3,91	~	0,31	~	0,44	~	0,49	~	0,54	~	0,62	~	1,16
	~	0,40	~	0,45	~	0,60	~	0,65	~	1,30	~	3,9	~	0,30	~	0,45	~	0,50	~	0,55	~	0,65	~	1,20
Bedingungen, welche bei Aufstellung der Zeiten angenommen wurden																								
Gewicht des Werkstücks	— 2,5 kg		— 5 kg		— 10 kg		— 25 kg		— 50 kg		über 50 kg		— 2,5 kg		— 5 kg		— 10 kg		— 25 kg		— 50 kg		über 50 kg	
Ø des Dreibackenfutters	150 mm		200 mm		250 mm		300 mm		400 mm		400 mm		300 mm		200 mm		250 mm		400 mm		250 mm		350 mm	
Spitzenhöhe	150 mm		150 mm		200 mm		200 mm		200 mm		200 mm		200 mm		200 mm		200 mm		200 mm		200 mm		350 mm	
Lage des Werkstücks	auf dem Tisch 1 m Entfernung		auf dem Tisch 1 m Entfernung		auf dem Tisch 1 m Entfernung		auf dem Tisch 1 m Entfernung		auf dem Tisch 1 m Entfernung		auf dem Tisch 2 m Entfernung		auf dem Tisch 2 m Entfernung		auf dem Tisch 2 m Entfernung		auf dem Tisch 2 m Entfernung		auf dem Tisch 2 m Entfernung		auf dem Tisch 2 m Entfernung		auf dem Boden 10 m Entfernung	
Transport des Werkstücks	von Hand		von Hand		von Hand		von Hand		von Hand		von Hand		von Hand		von Hand		von Hand		von Hand		von Hand		mit Flaschenzug	

Dorndurchmesser. Für jeden Dorn sind in der Spannzeitabelle 70 selbst die Gewichte angegeben, um dem Kalkulator das Abschätzen des Gesamtgewichtes für Dorn und Werkstück zu erleichtern. Für den Lagerplatz des Werkstückes ist für die Entwicklung eine gewisse Entfernung von dem Arbeitsplatz angenommen, die durch die Größe des zu bearbeitenden Werkstückes üblicherweise bestimmt ist. So wird z. B. angenommen, daß die kleineren Werkstücke auf einem an der Drehbank befindlichen Tisch in der Entfernung von 1 m liegen. Ebenso entsprechen die Annahmen für die Art, in der das Werkstück zur Maschine bewegt wird, den in der behandelten Werkstatt durchschnittlich vorkommenden Verhältnissen.

In den Bildern 71 und 72 links sind dann auf Grund dieser Annahmen alle diejenigen Griffe aufgeführt, die dazu dienen, das Spannen der am Kopf genannten verschiedenen schweren Werkstücke auszuführen. Aus den Normtabellen werden nun aus der entsprechenden Position die Normzeiten aufgesucht und in die Entwicklungen 71 und 72 eingetragen. Die Summe gibt dann die Gesamtzeit für den Spanngriff. Die auf diese Weise für die Entwicklungstabelle gefundene Zeit wird dann in die Gebrauchstabelle für das Spannen eingesetzt; sie stellt die durchschnittlich günstigste Herstellungszeit t_n dar, denn die Normzeiten sind ja ohne jede Zuschläge aus der Zeitaufnahme entnommen (siehe Bild 69).

Ein weiteres Beispiel für die Entwicklung solcher Spannzeiten für die „Gebrauchstabelle“ in der Kalkulation ist in Bild 73 gegeben. Hier sind in gleicher Weise die Griffe für das Spannen im Dreibackenfutter zusammengestellt.

d) Entwicklung der Zeiten für Anstellen und Messen aus den Normzeiten.

Die zweite Gruppe Griffkomplexe, die der Kalkulator in der kleinen Reihen- und Einzelfertigung immer wieder für seine Rechnung braucht, betreffen das Anstellen und Messen irgendeines Drehspanes. Die Zeit dafür hängt, wie bei den Erfahrungswerten Bild 32 und 33 gezeigt, hauptsächlich davon ab, ob es für einen Schlichtspan, Schrappspan, Gewindeschneidspan usw. geschieht.

In Bild 74 und 75 sind Tafeln gegeben, die die Zeiten für die Anstell- und Meßgriffe für die Dreherei für Durchmesser und Plandrehen in der Form einer einfachen Gebrauchstabelle zusammenfassen. Ihre Ausgestaltung geht in ähnlicher Weise vor sich, wie es bei der Gebrauchstabelle für das Spannen (Tabelle 70) gezeigt ist. Man macht erst ein tabellarisches Schema, das nach dem Vorkommen der Griffkomplexe unterteilt wird, stellt dann für jeden Griffkomplex die Griffe zusammen, setzt für sie aus den Normzeitabellen 60 bis 68 die Zeiten selbst ein und findet in deren Summe den Wert, den der Kalkulator für seine Rechnung benutzen soll; ein Beispiel für solche Entwicklung gibt Tafel 78, die aus den Normzeiten das Anstellen und Messen von Spänen für das Durchmesserdrehen aufbaut.

Es ist beim Zusammenstellen solcher Zeiten für das Anstellen und Messen neben dem Arbeitsvorgang, für den der abzuhebende Span gilt, neben der Größe der Maschine, an der er ausgeführt wird, auf ein weiteres Moment besondere Rücksicht zu nehmen, nämlich auf die Hilfsmittel, die beim Anstellen und Messen eines Spanes zur Verfügung stehen. Die Häufigkeit, in der diese Anstell- und Meßzeiten täglich vorkommen, bietet Anlaß, an dieser Stelle auch auf dem Gebiete der kleinen Reihen- und Einzelfertigung zu rationalisieren. Die Rationalisierung bezieht sich dann eben nicht auf einen besonderen Arbeitsvorgang an einem in gleicher Art oder ähnlicher Form immer wiederkehrenden Werkstück (wie in der großen Reihen- und Massenfertigung, siehe Bild 48—59), sondern es werden die bei allen möglichen verschiedenen Werkstücken vorkommenden gleichartigen Griffe durch Schaffung besonderer Einrichtungen rationalisiert, d. h. verbessert und verkürzt. Die durch Rationalisierung der Griffe erzielten Ersparnisse sind nicht geringer einzuschätzen als diejenigen, die bei der Rationalisierung kompletter Arbeitsvorgänge (Bild 52 und 55) gewonnen wurden. Ein Beispiel möge diese Behauptung beweisen:

Die Verwendung von mehrfachen Stahlhaltern (Bild 76), in denen ein Schrappstahl, ein Schlichtstahl, ein Seitenstahl, ein Bohrstahl gleichzeitig eingespannt werden können,

Ludw. Loewe & Co. A.-G.		Zeitstudien in der kleinen Reihenfertigung							Bild 74	
Anstell- und MeBeiten für das Drehen von Durchmessern bis 200 mm										
nach Arbeitsmethode I										
Arbeitsgang	Drehlänge von mm	vorgedreht auf Spantiefe von mm			aus dem Vollen sich ergebende Spantiefe von mm					
		0,5	1	2	2	3	5	7××	10××	
schruppen . . .	— 50	—	—	—	0,20	0,20	0,20	0,40	0,40	
	— 250	—	—	—	0,21 ×	0,21	0,21	0,42	0,42	
	über 250	—	—	—	0,30	0,30	0,30	0,60	0,60	
dreheuz.Schleifen	— 50	0,20	0,20	0,20	0,40	0,40	0,40	0,60	0,60	
	— 250	0,25	0,25	0,25 ×	0,46 ×	0,46	0,46	0,67	0,67	
	über 250	0,34	0,34	0,34	0,64	0,64	0,64	0,94	0,94	
glatt drehen . .	— 50	0,20	0,20	—	0,40	0,40	0,40	0,60	0,60	
	— 250	0,25	0,25	—	0,46	0,46	0,46	0,67	0,67	
	über 250	0,34	0,34	—	0,64	0,64	0,64	0,94	0,94	
fertig drehen nach Schublehre	— 50	0,23	0,23	—	0,43	0,43	0,43	0,63	0,63	
	— 250	0,31	0,31	—	0,52	0,52	0,52	0,73	0,73	
	über 250	0,43	0,43	—	0,73	0,73	0,73	1,03	1,03	
drehen n. Lehre	— 50	0,34	0,34	—	0,54	0,54	0,54	0,74	0,74	
	— 250	0,44	0,44	—	0,65	0,65	0,65	0,86	0,86	
	über 250	0,58	0,58	—	0,88	0,88	0,88	1,18	1,18	
nach Arbeitsmethode II mit mehrfachem Stahlhalter										
schruppen . . .	— 50	—	—	—	0,42 •	0,42	0,42	0,67 •	0,67	
	— 250	—	—	—	0,43 •	0,43	0,43 ×	0,69 •	0,69	
	über 250	—	—	—	0,56 •	0,56	0,56	0,95 •	0,95	
dreheuz.Schleifen	— 50	0,54	0,54	—	0,96	0,96	0,96	1,21	1,21	
	— 250	0,63	0,63 ×	—	1,06 ×	1,06	1,06	1,32	1,32	
	über 250	0,76	0,76	—	1,32	1,32	1,32	1,71	1,71	
glatt drehen . .	— 50	0,54	0,54	—	0,96	0,96	0,96	1,21	1,21	
	— 250	0,63	0,63	—	1,06	1,06	1,06	1,32	1,32	
	über 250	0,76	0,76	—	1,32	1,32	1,32	1,71	1,71	
fertig drehen nach Schublehre	— 50	0,85	0,85	—	1,27	1,27	1,27	1,52	1,52	
	— 250	1,00	1,00	—	1,43	1,43	1,43	1,69	1,69	
	über 250	1,19	1,19	—	1,75	1,75	1,75	2,14	2,14	
drehen n. Lehre	— 50	1,90	1,90	—	2,32	2,32	2,32	2,57	2,57	
	— 250	2,10	2,10	—	2,53	2,53	2,53	2,79	2,79	
	über 250	2,38	2,38	—	2,94	2,94	2,94	3,33	3,33	
nach Arbeitsmethode III										
schruppen . . .	— 50	—	—	—	0,92	0,92	0,92	1,17	1,17	
	— 250	—	—	—	0,93	0,93	0,93 ×	1,19	1,19	
	über 250	—	—	—	1,06	1,06	1,06	1,45	1,45	
dreheuz.Schleifen	— 50	0,79	0,79	—	1,71	1,71	1,71	1,96	1,96	
	— 250	0,88	0,88 ×	—	1,81 ×	1,81	1,81	2,07	2,07	
	über 250	1,01	1,01	—	2,07	2,07	2,07	2,46	2,46	
glatt drehen . .	— 50	0,79	0,79	—	1,71	1,71	1,71	1,96	1,96	
	— 250	0,88	0,88	—	1,81	1,81	1,81	2,07	2,07	
	über 250	1,01	1,01	—	2,07	2,07	2,07	2,46	2,46	
fertig drehen nach Schublehre	— 50	1,35	1,35	—	2,27	2,27	2,27	2,52	2,52	
	— 250	1,50	1,50	—	2,43	2,43	2,43	2,69	2,69	
	über 250	1,69	1,69	—	2,75	2,75	2,75	3,14	3,14	
drehen n. Lehre	— 50	2,40	2,40	—	3,32	3,33	3,32	3,57	3,57	
	— 250	2,60	2,60	—	3,53	3,53	3,53	3,79	3,79	
	über 250	2,88	2,88	—	3,94	3,94	3,94	4,33	4,33	

• = siehe Entwicklung in Tafel 78,

× = diese Werte sind in Tafel 77 I benutzt,

×× = Anstellzeiten für 2 Späne.

Ludw. Loewe & Co. A.-G.		Zeitstudien in der kleinen Reihenfertigung							Bild 75	
Anstell- und Meßzeiten für das Drehen von Seitenflächen bis 200 mm Meßlänge										
nach Arbeitsmethode I mit Anschlag										
Arbeitsgang	Drehlänge von mm	vorgedreht auf Spantiefe von mm			aus dem Vollen sich ergebende Spantiefe von mm					
		0,5	1	2	2	3	5	7××	10××	
schruppen . . .	— 50	—	—	—	0,24×	0,24	0,24	0,48	0,48	
	— 250	—	—	—	0,31	0,31	0,31	0,62	0,62	
	über 250	—	—	—	0,53	0,53	0,53	1,06	1,06	
drehez.Schleifen	— 50	0,27	0,27	0,27	0,51	0,51	0,51	0,75	0,75	
	— 250	0,34	0,34	0,34	0,65	0,65	0,65	0,96	0,96	
	über 250	0,56	0,56	0,56	1,09	1,09	1,09	1,62	1,62	
glatt drehen . .	— 50	0,24	0,24	—	0,48	0,48	0,48	0,72	0,72	
	— 250	0,31	0,31	—	0,62	0,62	0,62	0,93	0,93	
	über 250	0,53	0,53	—	1,06	1,06	1,06	1,59	1,59	
fertigdrehen nach Schublehre	— 50	0,27×	0,27	—	0,51	0,51	0,51	0,75	0,75	
	— 250	0,34	0,34	—	0,65	0,65	0,65	0,96	0,96	
	über 250	0,56	0,56	—	1,09	1,09	1,09	1,62	1,62	
drehen n. Lehre .	— 50	0,29	0,29	—	0,53	0,53	0,53	0,77	0,77	
	— 250	0,36	0,36	—	0,67	0,67	0,67	0,98	0,98	
	über 250	0,58	0,58	—	1,11	1,11	1,11	1,64	1,64	
nach Arbeitsmethode II mit Anschlag und mehrfachem Stahlhalter										
schruppen . . .	— 50	—	—	—	0,37×	0,37	0,37	0,65	0,65	
	— 250	—	—	—	0,44	0,44	0,44	0,79	0,79	
	über 250	—	—	—	0,66	0,66	0,66	1,23	1,23	
drehez.Schleifen	— 50	0,43	0,43	0,43	0,80	0,80	0,80	1,08	1,08	
	— 250	0,50	0,50	0,50	0,94	0,94	0,94	1,29	1,29	
	über 250	0,72	0,72	0,72	1,38	1,38	1,38	1,95	1,95	
glatt drehen . .	— 50	0,37	0,37	—	0,74	0,74	0,74	1,02	1,02	
	— 250	0,44	0,44	—	0,88	0,88	0,88	1,23	1,23	
	über 250	0,66	0,66	—	1,32	1,32	1,32	1,89	1,89	
fertig drehen nach Schublehre	— 50	0,43×	0,43	—	0,80	0,80	0,80	1,08	1,08	
	— 250	0,50	0,50	—	0,94	0,94	0,94	1,29	1,29	
	über 250	0,72	0,72	—	1,38	1,38	1,38	1,95	1,95	
drehen n. Lehre	— 50	0,85	0,85	—	1,22	1,22	1,22	1,50	1,50	
	— 250	0,99	0,99	—	1,43	1,43	1,43	1,78	1,78	
	über 250	1,43	1,43	—	2,09	2,09	2,09	2,66	2,66	
nach Arbeitsmethode III ohne Anschlag										
schruppen . . .	— 50	—	—	—	0,96×	0,96	0,96	1,25	1,25	
	— 250	—	—	—	1,03	1,03	1,03	1,39	1,39	
	über 250	—	—	—	1,25	1,25	1,25	1,83	1,83	
drehez.Schleifen	— 50	0,89	0,89	0,89	1,85	1,85	1,85	2,14	2,14	
	— 250	0,96	0,96	0,96	1,99	1,99	1,99	2,35	2,35	
	über 250	1,18	1,18	1,18	2,43	2,43	2,43	3,01	3,01	
glatt drehen . .	— 50	0,83	0,83	—	1,79	1,79	1,79	2,08	2,08	
	— 250	0,90	0,90	—	1,93	1,93	1,93	2,29	2,29	
	über 250	1,12	1,12	—	2,37	2,37	2,37	2,95	2,95	
fertig drehen nach Schublehre	— 50	1,43×	1,43	—	2,39	2,39	2,39	2,68	2,68	
	— 250	1,50	1,50	—	2,53	2,53	2,53	2,89	2,89	
	über 250	1,72	1,72	—	2,97	2,97	2,97	3,55	3,55	
drehen n. Lehre	— 50	2,34	2,34	—	3,30	3,30	3,30	3,59	3,59	
	— 250	2,48	2,48	—	3,51	3,51	3,51	3,87	3,87	
	über 250	2,92	2,92	—	4,17	4,17	4,17	4,75	4,75	

× = diese Werte sind in Tafel 77 benutzt.

×× = Werte gelten für 2 Späne.

verringert die Zeiten für das Anstellen dieser Stähle insofern erheblich, als es nicht nötig ist, für jede dieser Operationen einen Stahl besonders einzuspannen; denn das Einspannen des Stahles ist einer der Griffe, die beim Anstellen eines Spanes ausgeführt und natürlich bewertet werden müssen (siehe bereits Bild 32 und 33).

Der Gebrauch von Endmaßen (Bild 76 unten) zum Erzeugen von Längenmaßen an der Drehbank würde das Anstellen des Stahles, der einen Ansatz an einer Welle (Bild 77) drehen soll, bedeutend verkürzen. Es fällt das mehrmalige probeweise Anstellen des Stahles fort, das dem Arbeiter natürlich bezahlt werden muß, wenn er die Länge durch Nachmessen und Wiedereinstellen des Stahles erreichen soll. Man sieht also durch die Anführung dieser beiden Beispiele schon, daß die Zusammenstellung der Griffe für das Anstellen und Messen den in der Werkstatt für das Werkzeugeinstellen vorhandenen Hilfsmitteln Rechnung tragen muß und daß eine für solche sich wiederholenden Arbeitsvorgänge durchgeführte Rationalisierung erhebliche Ersparnisse erzielen kann, auch in der kleinen Reihen- und sogar in der Einzelfertigung.

Diesen Hilfsmitteln angepaßt muß die Vorkalkulation ihre auf Zeitstudien basierenden Unterlagen aufbauen; da ist mit Durchschnittswerten, die solchen Hilfsmitteln keine Beachtung schenken, nicht geholfen, wenn nicht erhebliche Berechnungsfehler sich ergeben sollen. Wenn solche Fehler schließlich bei einem einzelnen Arbeitsvorgang nicht von Bedeutung sind, sie multiplizieren sich aber mit der Häufigkeit ihres Vorkommens. Man braucht nur einmal zu überlegen, wie oft in einer Dreherei von nur 20 Drehern der Drehstahl täglich angestellt wird, um zu ermessen, welche Fehlrechnungen entstehen, wenn die Anstellzeiten nicht genau erfaßt sind, deshalb muß diesen durch die vorhandenen Hilfsmittel hervorgerufenen Verschiedenheiten bei der Bildung von Kalkulationsunterlagen Rechnung getragen werden.

So sehen wir in den Gebrauchstabellen 74 und 75, für deren Entwicklung die Tafel 78 als Beispiel gilt, für Anstell- und Meßzeiten beim Durchmesser- und Seite-Drehen drei solcher Gruppen von Anstell-Meßzeiten; sie sind bedingt durch die zur Anwendung kommenden Arbeitsmethoden und diese wieder durch die vorhandenen Hilfsmittel. Die drei Methoden sind mit I, II und III bezeichnet und zwar ist

Methode I „das operationsweise“ Arbeiten,

Methode II das Anstellen bei Verwendung von mehrfachen Stahlhaltern,

Methode III das Anstellen mit notwendigem Auswechseln von einzelnen Stählen.

Die Vorteile der einzelnen Methoden seien an dem Beispiel Bild 77 erklärt.

Zu I.

Wenn die Stückzahl sich derjenigen der großen Reihenfertigung nähert, so ist es vorteilhaft, daß man beim Drehen des in Bild 77 gezeigten Bolzens zunächst einmal nur den Durchmesser d bei allen Stücken schrumpft, und zwar läßt man den Stahl stehen und spannt das Werkstück jedesmal aus, wenn dieser Drehweg durchlaufen ist; dann wird der Durchmesser d bei allen Stücken geschlichtet, darauf alle Durchmesser e geschruppt und endlich alle Durchmesser e geschlichtet. Anschließend an das Drehen der Durchmesser würde der Seitenstahl eingespannt, und bei allen Stücken erst die Flächen b und c zusammen und dann die Seiten a hochgezogen. Es ist klar, daß diese Methode nur eine geringe Anstellzeit für das Drehen des Durchmessers benötigt, nämlich nur das Herankurbeln des Supportes in Richtung der Achse des Bolzens bis zum Beginn des Schnittes; denn der Stahl bleibt ja immer auf Maß stehen.

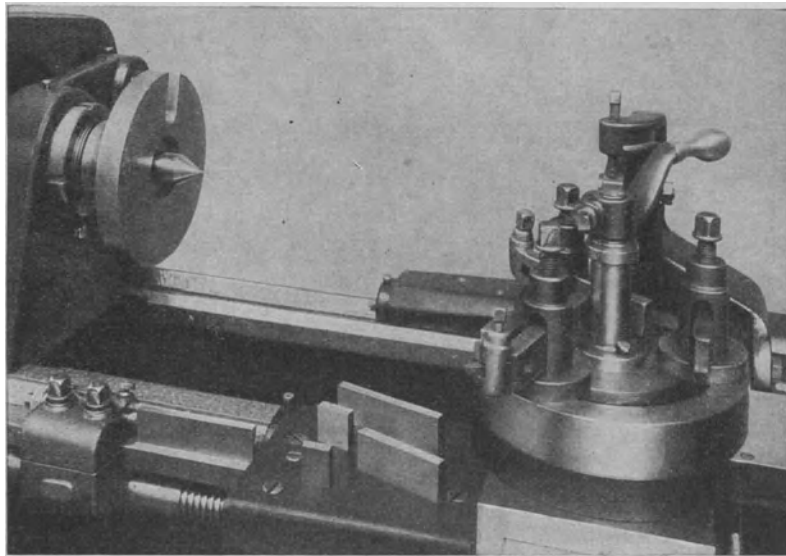
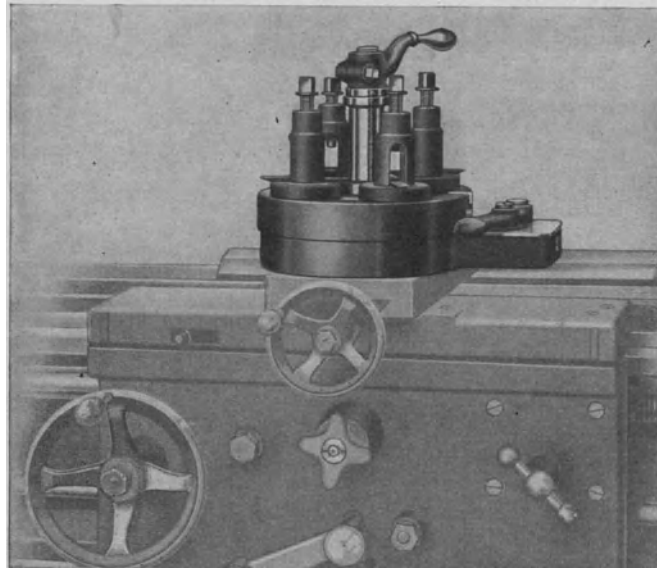
Zu II.

Bei der Verwendung von mehrfachen Stahlhaltern ist es nun möglich, das Schruppen, Schlichten und Seitendrehen ohne Ausspannen des Stahles und Werkstückes vorzunehmen. Es würde also, nachdem der Durchmesser d geschruppt ist, der Support zurückgekurbelt, der Stahlhalter umgeschaltet, der Schlichtstahl eingeschaltet werden und dann das Schlichten von d erfolgen, dann wird der Seitenstahl zum Schnitt gestellt und die Seiten

Ludw. Loewe
& Co. A.-G.

Zeitstudien in der kleinen Reihenfertigung

Bild 76

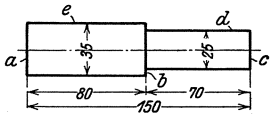


b und c hochgezogen. Erst dann erfolgt das Umspannen, und ähnlich wird e und a bearbeitet.

Hier erfordert das Anstellen des Stahles natürlich mehr Zeit als bei der vorigen Methode; allerdings ist dabei zu berücksichtigen, daß dafür auch das Spannen des Stückes nach jedem Schnitt in Fortfall kommt.

Zu III.

Der Bolzen kann endlich auch auf die Weise fabriziert werden, daß man erst den Schruppstahl einspannt und die Durchmesser d und e schruppt, dann den Schlichtstahl

Hegner		Zeitstudien in der kleinen Reihenfertigung				Bild 77	
<p>Gegenüberstellung der Handzeiten bei den verschiedenen Anstell- und Meß-Methoden bei Anfertigung von 10 Stück Bolzen</p> 							
Arbeitsmethode I	für 10 Stck.	Arbeitsmethode II	für 1 Stck.	für 10 Stck.	Arbeitsmethode III	für 1 Stck.	für 10 Stck.
„d“ schrappen bei 10 Stck.		in der ersten Aufspannung bei jedem von den 10 Stück			bei jedem Stck. hintereinander		
10 × spannen	3,50				spannen	0,55	
10 × Span anstellen u. messen	2,10				Span anstellen und messen	0,93	
„d“ drehen z. Schleifen bei 10 Stck.		spannen	0,55		„d“ schrappen		
10 × spannen	3,50	Span anstellen und messen	0,43		Span anstellen und messen	0,88	
10 × Span anstellen u. messen	2,50	„d“ schrappen			„d“ drehen z. Schleifen		
„e“ drehen z. Schleifen bei 10 Stck.		Span anstellen und messen	0,63		spannen	0,55	
10 × spannen	3,50	„d“ drehen z. Schleifen			Span anstellen und messen	1,81	
10 × Span anstellen u. messen	4,60	Span anstellen und messen	0,37		„e“ drehen z. Schleifen		
„b“ schrappen bei 10 Stck.		„b“ schrappen			Span anstellen und messen	0,96	
10 × spannen	3,50	Span anstellen und messen	0,37		„a“ schrappen		
10 × Span anstellen u. messen	2,40	„c“ schrappen			spannen	0,55	
„c“ schrappen bei 10 Stck.		Span anstellen und messen	0,43		Span anstellen und messen	0,96	
10 × spannen	3,50	„b“ schlichten			„b“ schrappen		
10 × Span anstellen u. messen	2,40	Span anstellen und messen	0,43		Span anstellen und messen	0,96	
„a“ schrappen im expandierenden Futter bei 10 Stck.		„c“ schlichten			„c“ schrappen		
10 × spannen	3,50	Span anstellen und messen	0,85		Span anstellen und messen	1,43	
10 × Span anstellen u. messen	2,40	„b“ Schleifeinstich			„b“ schlichten		
„b“ schlichten bei 10 Stck.		in der 2. Aufspannung bei jedem von den 10 Stück			Span anstellen und messen	1,43	
10 × spannen	3,50				„c“ schlichten		
10 × Span anstellen u. messen	2,70				spannen	0,55	
„c“ schlichten bei 10 Stck.		spannen	0,55		Span anstellen und messen	1,43	
10 × spannen	3,50	Span anstellen und messen	1,06		„a“ schlichten		
10 × Span anstellen u. messen	2,70	„e“ drehen z. Schleifen			spannen	0,55	
„a“ schlichten im expandierenden Futter bei 10 Stck.		Span anstellen und messen	0,37		Span anstellen und messen	1,35	
10 × spannen	3,50	„a“ schrappen			„b“ Einstich z. Schleifen		
10 × Span anstellen u. messen	2,70				Handzeit für 1 Stck.	14,89	
„b“ Schleifeinstich bei 10 Stck.		Span anstellen und messen	0,43		Handzeit für 10 Stck.		148,9
10 × spannen	3,50	„a“ schlichten					
10 × Span anstellen u. messen	2,70	Handzeit für 1 Stck.	6,47				
Handzeit für 10 Stck.	62,2	Handzeit für 10 Stck.		64,7			
2 Drehherze abwechselnd verwenden		1 Drehherz verwenden			1 Drehherz verwenden		

einspannt und die Durchmesser d und e schlichtet und endlich die Seiten b und c und a plant. Schon die Aufzählung dieser Bewegung zeigt, daß in diesem Falle die höchste Zeit für das Anstellen und Messen gebraucht wird.

In Bild 77 sind nun die Zeiten t_n für das Spannen und Anstellen für jede der drei Arbeitsmethoden zusammengestellt; es zeigt sich, daß Methode III — eigentlich die meist übliche — ein erhebliches Mehr an Nebenzeit verbraucht. Die zur Kalkulation benutzten Zeiten stammen aus den Tabellen 74 und 75. Um sie hier herauszufinden, sind die für die Berechnung bei I, II, und III aus Tafel 74 und 75 benötigten Zeiten in diesen Tafeln mit einem \times versehen.

Die Zusammenstellung in Bild 77 zeigt die wesentlichen Einflüsse, die die genau errechneten Anstell- und Meßzeiten auf das Kalkulationsergebnis haben müssen, je nachdem nach der einen oder anderen Methode gerechnet wird. Welche von den genannten drei Methoden der Kalkulator für seine Rechnung benutzen soll, hängt von der Stückzahl ab, vorausgesetzt, daß die Durchführung aller drei Methoden in der Werkstatt möglich ist. Über 10 Stück werden zweckmäßig schon nach der zuerst genannten Methode angefertigt, bis zu 20 Stück können aber, weil das häufige bei Methode I nötige Spannen in Fortfall kommt, ebenso vorteilhaft nach der Methode II vorgenommen werden. Entscheidend für die Verwendung der einen oder anderen ist es, ob die Spannzeit nach Methode I oder die Anstellzeit nach Methode II größer ist; es spielen also Größe und Art des Werkstückes eine Rolle. Nach der Methode III endlich ist nur dann zu kalkulieren, wenn man ein einzelnes Stück anfertigt, oder wenn das zu fertigende Stück so schwer ist, daß es billiger ist, den Stahl auszuspannen als das Werkstück auszuspannen. In diesem Falle ist auch bei größeren Stückzahlen als 1 nach Methode III zu arbeiten und zu kalkulieren.

Wir haben nun für die Erledigung der in der Dreherei hauptsächlich vorkommenden Griffkomplexe, das Spannen der Werkstücke einerseits und das Anstellen und Messen andererseits, auf Grund von Zeitstudien Unterlagen entwickelt. Der Weg, den wir dabei gegangen sind, erscheint zunächst etwas kompliziert. Es muß aber zugegeben werden, daß die aus den kompliziert erscheinenden Untersuchungen hervorgegangenen Gebrauchstabellen, Bild 70, 74, 75, dem Kalkulator eine außerordentlich einfache Benutzungsmöglichkeit gestatten, und es ist weiter nicht abzustreiten, daß derartig entwickelte Zeiten Anspruch auf Genauigkeit unbedingt erheben können. Zudem braucht die Arbeit des Entwickelns nur einmal gemacht zu werden, und für alle Zukunft sind Rechnungshilfsmittel für den Kalkulator geschaffen, die systematisch aufgebaut, genau ermittelt und unveränderlich sind.

E. Berechnung der Maschinenzeiten in der kleinen Reihen- und in der Einzelfertigung.

I. Bedingungen für die Bemessung von Schnittgeschwindigkeit und Vorschub.

Die Zeitstudien in der Massen- und großen Reihenfertigung (S. 86, Bild 44, Bild 53) erstreckten sich — wie wir gesehen haben — auch auf die Maschinenzeiten. Durch Versuche wurden bei diesen Beispielen diejenigen Schnittgeschwindigkeiten oder Drehzahlen und Vorschübe herausgefunden, die für den vorliegenden Arbeitsgang die günstigsten waren. Die Vornahme der Versuche war insofern wirtschaftlich, als ihre Resultate der Herstellung großer Stückzahlen zugute kamen. Wie wir nun in der Einzel- und kleinen Reihenfertigung die Handzeiten nicht durch Zeitstudien an dem gerade zu bearbeitenden und zu kalkulierenden Stück finden konnten, so geht es hier natürlich auch mit den Maschinenzeiten: die geringe Stückzahl verbietet Zeitstudien für jedes Werkstück speziell. Für die Berechnung der Handzeiten in der kleinen Reihen- und Einzelfertigung fanden wir in den Normzeiten, die zu

Gebrauchstabellen zusammengestellt wurden, ein Hilfsmittel, und ebenso werden wir für die Berechnung der Maschinenzeiten ähnliche Normen bilden müssen, die wir Richtwerte nennen wollen, um eine möglichst genaue Kalkulation auch der Maschinenzeiten zu ermöglichen. Wir kennen solche Richtwerte bereits aus den Erfahrungswerten (Bild 22). Die Bedingungen, die bei ihrer Festlegung zu berücksichtigen sind, sind bereits in dem Schema Bild 17 zusammengestellt. Wir werden sie wieder als Grundlage benutzen, nur werden wir für das Finden der Zahlen selbst gründlicher vorgehen müssen als es bei den Erfahrungswerten geschah. Selbstverständlich können die in diesem Abschnitt zu schaffenden Richtwerte auch für die Kalkulation von Maschinenzeiten in der großen Reihenfertigung benutzt werden, besonders dann, wenn die Werkstücke einer solchen Fabrikation sich zwar den Formen nach gleichen, aber den Dimensionen nach verschieden sind. Auch für diesen Zweck geben die hier entwickelten Richtwerte die Möglichkeit, die durchschnittlich günstigsten Maschinenzeiten zu kalkulieren, ohne erst Zeitstudien zu machen.

Wir wollen aus den in Tafel 17 zusammengestellten Bedingungen diejenigen besonders behandeln, die für die Maschinenzeiten von ausschlaggebender Bedeutung sind. Das sind die Schnittgeschwindigkeit und der Vorschub, oder besser Schnittgeschwindigkeit und Spanquerschnitt. Die Richtwerte für diese beiden Größen hängen ab

- a) von dem verwendeten Werkzeug,
- b) von der Leistung der Maschine,
- c) von der Belastung, die das Werkstück aushält,
- d) von der Fertigungsgüte, die der Arbeitsvorgang an den Oberflächen des Werkstückes erzielen soll.

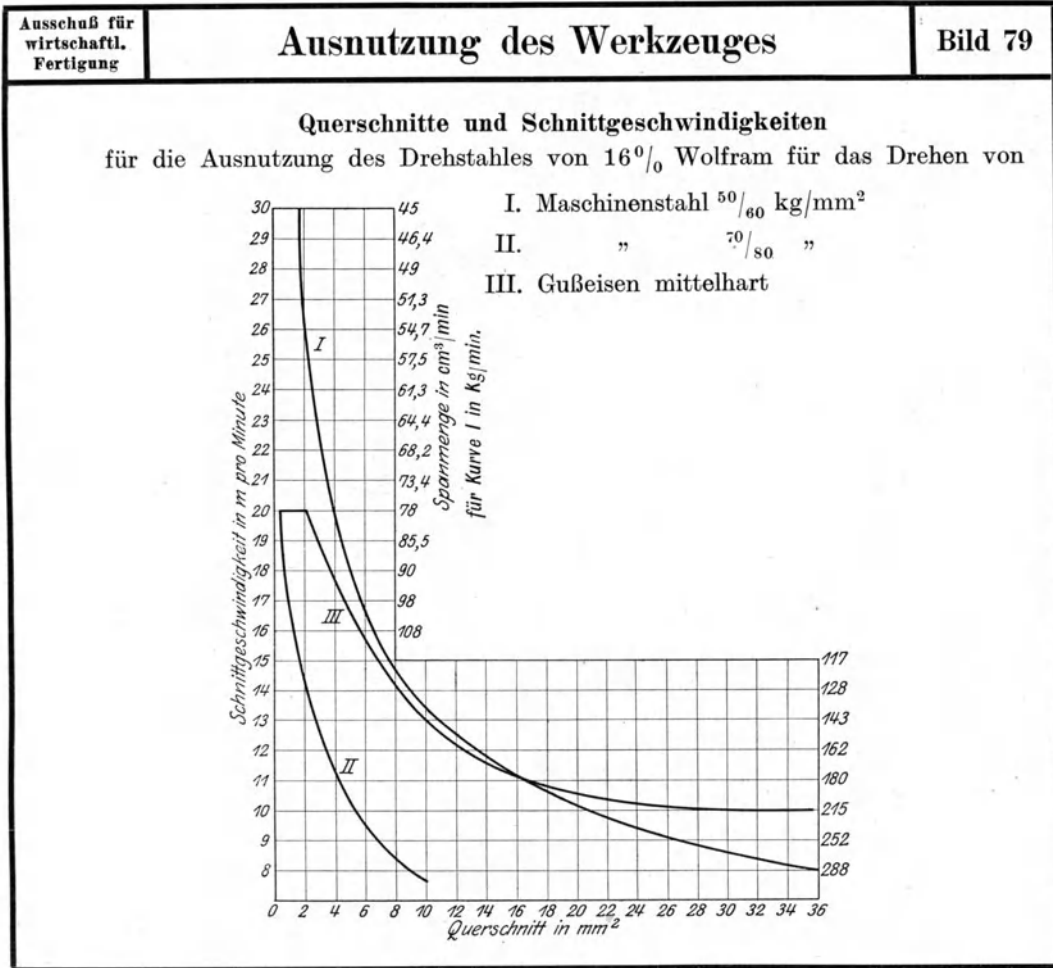
Wenn das vorliegende Buch auch kein Werk sein soll, das sich mit der Zerspanungstheorie¹⁾ eingehend befaßt, so ist es jedoch nötig, wenigstens das Wesentliche auf diesem Gebiet kennen zu lernen und vor allem vom Standpunkte des Kalkulators aus Stellung zu nehmen zu den neueren Ergebnissen der Forschung in dieser Beziehung.

II. Abhängigkeit der Schnittgeschwindigkeit und des Spanquerschnitts von dem Werkzeug.

Die Wahl von Spanquerschnitt und Schnittgeschwindigkeit beeinflusst das Werkzeug insofern, als bei jedem Bearbeitungsvorgang Wärme erzeugt wird, die das Bestreben hat, die Schneide zu zerstören. Diese erzeugte Wärme wird um so größer sein, je höher die Schnittgeschwindigkeit, je größer der Querschnitt genommen wird. Je widerstandsfähiger ein Werkzeug gegen die durch die zwei Faktoren v und q hervorgerufene Wärme ist, um so größer wird das Spanvolumen sein, das man mit ihm abheben kann. Von Einfluß auf die beim Schneidvorgang hervorgerufene Wärme ist ferner der zu bearbeitende Werkstoff, von ihm also hängt die Größe von v und s oder q ebenfalls ab.

Bei vielen Bearbeitungsvorgängen mit spanabhebenden Werkzeugen ist weiter zu berücksichtigen, daß besonders durch exzentrische Bearbeitungszugaben Schläge auf das Werkzeug kommen. Diese Schläge werden nicht von jedem Werkzeugstahl aufgenommen; bei der Bildung der Richtwerte für Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe ist also diesem Umstand Rechnung zu tragen; und die Werte sind so zu wählen, daß das Werkzeug von dem durch die wechselnde Form des Spanquerschnittes hervorgerufenen Schläge nicht zerstört werden kann. Weiter hat die Bemessung der Richtwerte für v und q nach den Gesichtspunkten zu erfolgen, daß das Werkzeug eine gewisse Zeit standhalten muß, denn der Kalkulator kann mit einer für kurze Zeit erreichten Höchstleistung nichts anfangen, das Werkzeug muß den der Kalkulation zugrunde gelegten Querschnitt

¹⁾ Siehe Hippler: „Die Dreherei und ihre Werkzeuge“. Berlin: Julius Springer 1923. — Kronenberg: „Zerspanungslehre“. Berlin: Julius Springer 1927.



mindestens 45 Minuten durchhalten, ehe ein Nachschärfen erforderlich ist, sonst müßte der Arbeiter ja zu oft den Stahl ausspannen und anschleifen.

Die Feststellung, welche Spanquerschnitte und Schnittgeschwindigkeiten ein Werkzeug bestimmter Art aushalten kann, erfolgt am besten durch systematisch vorgenommene Versuche. Derartige Versuche sind natürlich sehr kostspielig, denn sie zerspanen viel Material. Es empfiehlt sich deshalb, die von Forschern angegebenen und in der Praxis überprüften Werte zu verwenden. Auch hier sei auf die Arbeiten des Ausschusses für wirtschaftliche Fertigung hingewiesen, der die für die Industrie sehr wichtige Aufgabe zum großen Teil gelöst hat, praktisch verwendbare Richtwerte für Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe für jedes Material zum Zwecke der Benutzung in der Kalkulation ausfindig zu machen. Die ersten Ergebnisse dieser Arbeiten sind in Bild 79 in einer Anzahl Kurven festgelegt, die dartun, welche Schnittgeschwindigkeiten und Querschnitte zur Ausnutzung eines Schnelldrehstahles von ca. 16⁰/₀ Wolfram bei Bearbeitung von S. M. Stahl verschiedener Festigkeit und von mittelhartem Gußeisen zu wählen sind. Die Kurven sind entstanden aus zahlreichen Versuchen in den Betrieben einer Anzahl Berliner Firmen. Wir sehen also an der Kurve I, daß ein Schnelldrehstahl von ca. 16⁰/₀ Wolfram beim Abdrehen eines Spanquerschnittes von 10 mm² an Werkstücken aus Maschinenstahl von 50 bis 60 kg Festigkeit mit einer Schnittgeschwindigkeit von 13,5 m/Min belastet werden kann. Diese Kurve weist sehr nachdrücklich auf die Unzulänglichkeit hin, die die früher durch Erfahrungswerte geschaffenen Richtwerte für das Schrappen in sich tragen; die in Bild 22

als rohe Erfahrungswerte angegebenen gleichbleibenden Schnittgeschwindigkeiten entsprechen also den wirtschaftlichsten nicht. Die dort durchschnittlich angegebene Zahl von 15 m für das Schruppen würde also den Schnelldrehstahl nur bei einem Spanquerschnitt von 7,8 mm² voll ausnutzen. Die Kurven in Bild 79 lehren also, daß für die Ausnutzung der Schneidfähigkeit des zur Verfügung stehenden Werkzeuges zu jedem Querschnitt eine besondere Schnittgeschwindigkeit gehört, daß das Rechnen mit einer gleichbleibenden Schnittgeschwindigkeit eben nur ein Notbehelf ist, der für Spanquerschnitte mittlerer Größe allenfalls Berechtigung hat.

Weitere Kurven für die Ausnutzungsmöglichkeit anderer Stähle, z. B. des Gußstahles oder Stellites, sind zum Teil ebenfalls bereits ermittelt (Richtwerte der Refa-Blätter).

III. Abhängigkeit der Schnittgeschwindigkeit und des Spanquerschnitts von der Leistung der Maschine.

Der zweite Faktor, der die Werte für Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe beeinflusst, ist die Leistung der Maschine. Die beiden Größen v und q müssen so bemessen sein, daß sie eine Spanleistung darstellen, für die die in die Maschine eingeleitete Energie voll aufgebraucht wird, daß also die Maschine völlig ausgenutzt wird. Es wurde bereits auf die gründlichen Abhandlungen von Hippler und Kronenberg hingewiesen, die diese Zusammenhänge eingehend durchleuchten, die jetzt in der Fabrikation und in der Kalkulation bei weitem nicht genügend Berücksichtigung finden. Allerdings erfährt das Streben nach der Ausnutzung der in die Maschine eingeleiteten Energie an der Schneidstelle eine Einschränkung. Die Ausnutzung der Maschine ist nur dann durchführbar, wenn das Werkstück selbst eine der Ausnutzung der Maschine entsprechende Beanspruchung zuläßt. Zu der Verbindung Werkzeug und Maschine gehört also noch ein drittes Glied, nämlich die Beachtung der Widerstandsfähigkeit des Werkstückes. Wenn wir in diesem Kapitel kennen lernen wollen, wie der Kalkulator die Leistung und Ausnutzungsmöglichkeit der Maschine in Rechnung stellt, so kann dies nur Geltung haben für solche Werkstücke, deren Form die volle Schneidarbeit des Werkzeuges und der Maschine aufzunehmen in der Lage ist. Diese Werkstücke wollen wir als stabile Werkstücke betrachten. Hinweise dafür, wie ein Kriterium für die Stabilität der Werkstücke gefunden werden kann, werden in dem nächsten Abschnitt IVa ab Seite 155 gegeben werden.

Für solche stabilen Werkstücke also muß der Kalkulator diejenigen Werte für Schnittgeschwindigkeit, Vorschub (oder Querschnitt) in seine Kalkulationsrechnung einsetzen, die außer einer vollen Ausnutzung des Werkzeuges auch ein volles Ausnutzen der Maschine gewährleisten. Wir haben bereits bei der Bildung der Erfahrungswerte einen allerdings nicht einwandfreien Weg zur Berücksichtigung der Leistung der Maschine in der Bildung von maximalen Querschnitten durch Versuche (Bild 21 und 22) kennen gelernt. Wir haben durch das Sägediagramm (Bild 26 und 27) und vor allem durch die Maschinenkarten (Bild 30) Anleitung erhalten, wie die behelfsmäßig durch Versuche gefundenen Werte für v und s in die auf der Maschine tatsächlich vorhandenen umgewertet werden. Aber die zwangsläufige rechnerische Verbindung der Begriffe Schnittgeschwindigkeit und Spanquerschnitt mit der Leistung von Maschine und Werkzeug fehlt. Die Festlegung der Leistung der Maschine durch Spanquerschnitte war nur ein Notbehelf, und sogar ein einseitiger: er ließ das Werkzeug völlig außer acht. Um in die Frage der rechnerischen Ermittlung der Leistung der Maschine zum Zwecke der Benutzung bei der Vorkalkulation einzudringen, seien wieder an einem Beispiel — der Drehbank — die grundlegenden Beziehungen zwischen eingeleiteter Energie und verbrauchter Energie festgelegt.

Die Berechnung der Durchzugskraft der Drehbank läßt sich auf zweierlei Weise erreichen, einmal dadurch, daß man die an der Stufenscheibe der Drehbank und am Werkstück wirkenden Drehmomente gleichsetzt, und das andere Mal dadurch, daß man

die an der Stufenscheibe eingeleitete und die am Stahl verbrauchte Energie gleichsetzt. Beide Berechnungen müssen natürlich in bezug auf die zu erzielenden Querschnitte dem Kalkulator die gleichen Ergebnisse liefern.

a) Berechnung auf Grund des Drehmomentes (bei konstantem k_s).

In Bild 80 bedeutet:

- D_{st} = Durchmesser der Stufenscheibe,
- d_w = Durchmesser des Werkstückes,
- P = die zulässige Riemenbeanspruchung in kg,
- K = der gesamte Zerspanungswiderstand beim Drehen in kg.

Es ist das Moment an dem Stufenscheiben-Durchmesser gleich dem Moment am Werkstück-Durchmesser, d. h.

$$1. \quad P \cdot \frac{D_{st}}{2} = K \cdot \frac{d_w}{2}.$$

Nun ist die gesamte Riemenbeanspruchung gleich dem Produkt aus der Riemenbeanspruchung je mm Riemenbreite mit der Riemenbreite selbst, also laut S. 25

$$2. \quad P = p \cdot b.$$

Das an der Stufenscheibe auftretende Moment wird noch verringert durch die Reibung, die in den Lagern verloren geht, durch die Reibung, die zwischen den Zahnrädern des Vorgeleges auftritt. Der dadurch hervorgerufene Kraftverlust beeinträchtigt die Leistung der Maschine; das Verhältnis zwischen der eingeleiteten und der schließlich zur Verfügung stehenden Kraft heißt der Wirkungsgrad der Maschine, er wird mit η bezeichnet; sein Wert schwankt bei Drehbänken je nach ihrer Bauart zwischen 0,60 bis 0,90. Der Wirkungsgrad der Maschine läßt sich durch Abbremsen feststellen.

Der gesamte Zerspanungswiderstand K hängt natürlich ab von der Größe des Querschnittes q , den man abdreht. Wenn k_s der Zerspanungswiderstand je mm^2 ist, so würde also $K = k_s \cdot q$ sein. Es besteht, wenn man alle diese Werte in 1. einsetzt, folgende Gleichung:

$$3. \quad p \cdot b \cdot \frac{D_{st}}{2} \cdot \eta = k_s \cdot q \cdot \frac{d_w}{2}.$$

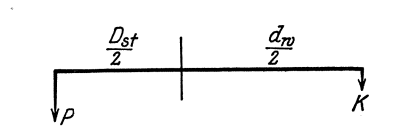
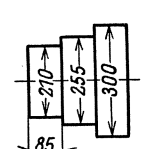
Daraus ergibt sich

$$4. \quad q = \frac{p \cdot b \cdot D_{st} \cdot \eta}{k_s \cdot d_w} = \frac{p \cdot b \cdot \eta}{k_s} \cdot \frac{D_{st}}{d_w}.$$

Aus dieser Gleichung erkennt man also, daß für eine Drehbank mit Stufenscheibenantrieb die Durchzugskraft jeder Stufe berechnet werden muß und daß demnach für jede Stufe Werte für v und q ermittelt werden müssen. Weiter hängt die Größe des Wirkungsgrades ab von der Benutzung der Rädervorgelege, und so ergibt sich die Notwendigkeit, nicht nur für jede Stufe, sondern für jede Umdrehungszahl die dazugehörige Durchzugskraft der Maschine zu berechnen.

Die in der Formel vorkommenden Größen p , k_s und η müssen zum Zwecke der Rechnung mit irgendwelchen Werten angenommen werden. Solche Werte, die durch Versuche namhafter Forscher erhärtet sind, findet man in den technischen Taschenbüchern. Sie enthalten jedoch für Werkzeugmaschinen eine sehr große Sicherheit, und deshalb sind von namhaften Berliner Firmen eine Reihe von Versuchen unternommen, die höhere Belastungsziffern ergeben; allerdings beziehen sich die folgenden Werte auf Riemen 1. Qualität

für die Riemenbreite	50	ist	$p = 1$	kg je mm Riemenbreite
" "	60	"	$p = 1,2$	" " "
" "	70	"	$p = 1,2$	" " "
" "	80	"	$p = 1,3$	" " "
" "	100	"	$p = 1,5$	" " "
" "	125	"	$p = 1,5$	" " "
" "	150	"	$p = 1,6$	" " "

Hegner	Berücksichtigung der Leistung der Maschine auf Grund der Momentengleichung	Bild 80
		
$P \cdot \frac{D_{st}}{2} = K \cdot \frac{d_w}{2}$ $P = p \cdot b \cdot \eta$ $K = k_s \cdot q$ $p \cdot b \cdot \eta \cdot D_{st} = k_s \cdot q \cdot d_w$ $q = \frac{p \cdot b \cdot \eta}{k_s} \cdot \frac{D_{st}}{d_w}$		
D_{st} = Durchmesser der Stufenscheibe d_w = Durchmesser des Werkstückes		
	ohne Vorgelege $\eta = 0,9$ mit " 1:3 $\eta = 0,8$ " " 1:10 $\eta = 0,8$	$p = 1,3 \text{ kg je 1 mm Breite}$ $k_s = 140 \text{ kg je 1 mm}^2$
Maschine wie auf Tafel 26, 27, 30		
Für das Drehen ohne Vorgelege ist $q = \frac{1,30 \cdot 85 \cdot 0,9}{140} \cdot \frac{D_{st}}{d_w} = 0,71 \cdot \frac{D_{st}}{d_w}$		
" " " mit " 1:3 $q = \frac{1,30 \cdot 85 \cdot 0,8 \cdot 3}{140} \cdot \frac{D_{st}}{d_w} = 1,9 \cdot \frac{D_{st}}{d_w}$		
" " " " " 1:10 $q = \frac{1,30 \cdot 85 \cdot 0,8 \cdot 10}{140} \cdot \frac{D_{st}}{d_w} = 6,3 \cdot \frac{D_{st}}{d_w}$		
1. Beispiel: Wie groß ist q für das Schrappen v. Masch.-Stahl v. 40 \varnothing bei $v \sim 15 \text{ m/min}$? Laut Tab. 30 ist $n = 134$ $D_{st} = 300$ $q = 0,71 \cdot \frac{300}{40} = 5,3 \text{ mm}^2$		
2. Beispiel: Wie groß ist q für das Schrappen v. Masch.-Stahl v. 100 \varnothing bei $v \sim 15 \text{ m/min}$? Laut Tab. 30 ist $n = 61$ $D_{st} = 255$ $q = 1,9 \cdot \frac{255}{100} = 4,9 \text{ mm}^2$		
3. Beispiel: Wie groß ist q für das Schrappen v. Masch.-Stahl v. 195 \varnothing bei $v \sim 15 \text{ m/min}$? Laut Tab. 30 ist $n = 26$ $D_{st} = 210$ $q = 6,3 \cdot \frac{210}{195} = 6,8 \text{ mm}^2$		

Der spezifische Zerspanungswiderstand k_s hängt zunächst ab von der Zugfestigkeit desjenigen Materials, das bearbeitet werden soll, und zwar schwankt k_s

für Stahl zwischen 2,5 bis 3,2 k_z für Gußeisen zwischen 4,5 bis 5,5 k_z .

Es würden also für k_s praktisch folgende Werte anzugeben sein:

für Maschinenstahl von	40 kg/mm ²	Festigkeit ist	$k_s = 2,5 \cdot 40 = 105 \text{ kg/mm}^2$
"	"	"	" $k_s = 2,6 \cdot 50 = 130$ "
"	"	"	" $k_s = 2,7 \cdot 60 = 160$ "
"	"	"	" $k_s = 2,8 \cdot 70 = 195$ "
"	"	"	" $k_s = 2,9 \cdot 80 = 230$ "
"	"	"	" $k_s = 3 \cdot 90 = 270$ "
"	"	"	" $k_s = 3,2 \cdot 100 = 320$ "

Es sei hier ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Größe von k_s nicht nur abhängig ist von der Festigkeit des zu bearbeitenden Materials, sondern auch von der Größe des Spanquerschnittes, ja von der Form des Spanquerschnittes, der abgenommen werden soll, und zwar ist besonders durch die Forschung von Friedrich, Hippler und neuerdings Klopstock festgestellt, daß k_s um so geringer wird, je größer der Spanquerschnitt ist. Auf die Berücksichtigung dieser Tatsache kommen wir später ausführlich zurück (Bild 87). Wir wollen vorläufig, um die Rechnung in ihren Grundzügen durchzuführen, k_s konstant annehmen und zwar für die vorliegende Rechnung, die für das Abdrehen von Material von 50 bis 60 kgmm² Festigkeit gelten soll, mit dem Wert 140 kg je mm².

Auf Bild 80 sind für die bereits in Bild 26, 27, 30 benutzte Drehbank mit 85 mm Riemenbreite die Richtwerte für q mit Hilfe dieser Annahme ausgerechnet und die Berechnung von q selbst an drei Beispielen durchgeführt.

b) Berechnung auf Grund der eingeleiteten Energie (bei konstantem k_s).

Bild 81 gibt die Grundlage für die Durchführung der Rechnung unter Berücksichtigung der an der Stufenscheibe und am Werkstück zur Auswirkung gelangenden Energie. Außer den bisher gebräuchlichen Bezeichnungen bedeutet

N_{st} = an der Stufenscheibe eingeleitete Energie in PS,

N_w = am Werkstück verbrauchte Energie in PS,

V_r = Riemen­geschwindigkeit in m je Sek.

Es besteht also die Gleichung:

$$N_{st} = N_w,$$

N_{st} = Gesamt­riemenbeanspruchung in kg · Weg des Riemen­zuges in m je Sek. · Wirkungsgrad,

Riemen­zug = $p \cdot b$ in kg,

Weg des Riemen­ = V^R in m je Sek.

V_R ist nun aber gleich der Umfangsgeschwindigkeit der Stufenscheibe, also

$$\begin{aligned} V_R &= D_{st} \cdot \pi \cdot \frac{n}{60} \text{ mm je Sek.}, \\ &= \frac{D_{st} \cdot \pi \cdot n}{1000 \cdot 60} \text{ m/Sek.} \end{aligned}$$

Es ist also:

$$\begin{aligned} N_{st} &= \frac{p \cdot b \cdot D_{st} \cdot \pi \cdot n \cdot \eta}{60 \cdot 1000} \text{ in mkg/Sek.}, \\ &= \frac{p \cdot b \cdot D_{st} \cdot \pi \cdot n \cdot \eta}{60 \cdot 1000 \cdot 75} \text{ PS}, \end{aligned}$$

N_w = Zerspanungswiderstand in kg · Weg dieser Kraft in m je Sek.

Zerspanungswiderstand = $q \cdot k_s$.

Der Weg ist gleich der Schnittgeschwindigkeit in m je Min. oder $\frac{v}{60}$ in m/Sek.

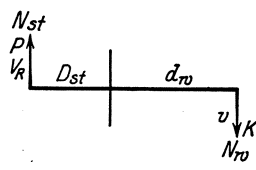
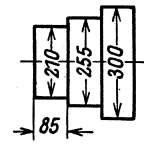
$$N_w = \frac{q \cdot k_s \cdot v}{60} \text{ mkg/Sek.} = \frac{q \cdot k_s \cdot v}{60 \cdot 75} \text{ PS.}$$

Daraus folgt

$$q = \frac{60 \cdot 75}{k_s} \cdot \frac{N_w}{v} \quad \text{oder} \quad \frac{60 \cdot 75}{k_s} \cdot \frac{N_{st}}{v}.$$

Um die bei dieser Rechnung erzielten Resultate mit denen von Bild 80 vergleichen zu können, ist für das Rechnen von Beispielen die gleiche Maschine angenommen wie in Bild 80. Es wird also zunächst für jede Stufe der Wert für N_{st} ausgerechnet und dann mit Hilfe der eben ermittelten Formel für q die Querschnitte berechnet für dieselben Aufgaben wie Bild 80.

Die Errechnung der Beispiele nach Bild 80 und 81 zeigt das selbstverständliche Ergebnis, daß nach beiden Methoden dieselben Spanquerschnitte rechnerisch ermittelt sind.

Hegner	Berücksichtigung der Leistung der Maschine auf Grund der Energiegleichung	Bild 81
$N_{st}' = P \cdot V_R \cdot \eta \text{ in m je Sek.}$ $V_R = \frac{D_{st} \cdot \pi \cdot n}{1000 \cdot 60} \text{ m je Sek.}$ $P = b \cdot p \text{ in kg}$ $N_{st} = \frac{p \cdot b \cdot D_{st} \cdot \pi \cdot n \cdot \eta}{1000 \cdot 60} \text{ mkg je Sek.}$ $= \frac{p \cdot b \cdot D_{st} \cdot \pi \cdot n \cdot \eta}{1000 \cdot 60 \cdot 75} \text{ PS}$		
 <p style="text-align: center;">$N_{st} = N_{rw} \text{ in PS}$</p>	$N_w = K \cdot \frac{v}{60} \text{ mkg je Sek.}$ $K = q \cdot k_s$ $N_w = \frac{q \cdot k_s \cdot v}{60 \cdot 75} \text{ PS}$ $q = \frac{60 \cdot 75 \cdot N_w}{k_s \cdot v} = \frac{60 \cdot 75 \cdot N_{st}}{k_s \cdot v}$ $q = \frac{60 \cdot 75}{k_s} \cdot \frac{p \cdot b \cdot D_{st} \cdot \pi \cdot n \cdot \eta}{1000 \cdot 60 \cdot 75 \cdot v}$	
	<p>ohne Vorgelege . . . $\eta = 0,9$ $n = 264 - 185 - 134$ mit " " $1:3$ $\eta = 0,8$ $n = 86 - 61 - 42$ " " $1:10$ $\eta = 0,8$ $n = 26 - 18 - 13$</p> <p style="text-align: center;">$p = 1,3 \text{ kg je 1 mm Breite}$ $k_3 = 140 \text{ kg je 1 mm}^2$</p> $q = \frac{60 \cdot 75}{140} \cdot \frac{N_{st}}{v} = 32 \cdot \frac{N_{st}}{v}$	
Für Stufe 210 ohne RV.	ist $N_{st} = \frac{1,3 \cdot 85 \cdot 210 \cdot 3,14 \cdot 264 \cdot 0,9}{1000 \cdot 60 \cdot 75} = 3,9 \text{ PS};$ $q = \frac{124}{v}$ für $n = 264$	
" " 255 " "	" $N_{st} =$ $= 3,35 \text{ PS};$ $q = \frac{106}{v}$ für $n = 185$	
" " 300 " "	" $N_{st} =$ $= 2,8 \text{ PS};$ $q = \frac{90}{v}$ für $n = 134$	
Für Stufe 210 mit RV. 1:3	ist $N_{st} = \frac{1,3 \cdot 85 \cdot 210 \cdot 3,14 \cdot 86 \cdot 3 \cdot 0,8}{1000 \cdot 60 \cdot 75} = 3,35 \text{ PS};$ $q = \frac{106}{v}$ für $n = 86$	
" " 255 " " 1:3	" $N_{st} =$ $= 2,85 \text{ PS};$ $q = \frac{92}{v}$ für $n = 61$	
" " 300 " " 1:3	" $N_{st} =$ $= 2,4 \text{ PS};$ $q = \frac{77}{v}$ für $n = 42$	
" " 210 mit RV. 1:10	ist $N_{st} = \frac{1,3 \cdot 85 \cdot 210 \cdot 3,14 \cdot 26 \cdot 10 \cdot 0,8}{1000 \cdot 60 \cdot 75} = 3,35 \text{ PS};$ $q = \frac{106}{v}$ für $n = 26$	
" " 255 " " 1:10	" $N_{st} =$ $= 2,85 \text{ PS};$ $q = \frac{92}{v}$ für $n = 18$	
" " 300 " " 1:10	" $N_{st} =$ $= 2,4 \text{ PS};$ $q = \frac{77}{v}$ für $n = 13$	
<p>1. Beispiel: Wie groß ist q für das Schruppen von Masch.-St. 40 \varnothing bei $v \sim 15 \text{ m/min}$ lt. Tab. 30 ist $n = 134$ und $v = 17$; $q = \frac{90}{17} = 5,3 \text{ mm}^2$.</p> <p>2. Beispiel: Wie groß ist q für das Schruppen von Masch.-St. 100 \varnothing bei $v \sim 15 \text{ m/min}$ lt. Tab. 30 ist $n = 61$, $v = 19$, $q = \frac{92}{19} = 4,9 \text{ mm}^2$.</p> <p>3. Beispiel: Wie groß ist q für das Schruppen von Masch.-St. 195 \varnothing bei $v \sim 15 \text{ m/min}$ lt. Tab. 30 ist $n = 26$, $v = 16$, $q = \frac{106}{16} = 6,8 \text{ mm}^2$.</p>		

c) Rechnungshilfsmittel zur Berücksichtigung der Leistung der Maschine bei der Kalkulation (bei konstantem k_s).

Die Frage ist nun: wie wird dem Kalkulator das Ergebnis der Rechnung leicht zugänglich gemacht? Man kann ja doch diese Rechnung, die für jede Maschine besonders, für jeden Stufenscheibendurchmesser besonders und für jeden Werkstückdurchmesser besonders durchgeführt werden muß, nicht bei jeder Kalkulationsrechnung aufmachen; es müssen wieder Rechnungsvereinfachungen und Hilfsmittel für den Gebrauch in der Kalkulation geschaffen werden. In Bild 82 ist nun für die Drehbank, die wir bisher immer für die Rechnung von Beispielen anführten, eine Tabelle gegeben, mit der der Kalkulator ohne besonders umständliche Rechnung die Querschnitte finden kann, die der Durchzugskraft der Maschine entsprechen, und zwar gibt die Formel der Gruppe I die Möglichkeit, auf Grund des Durchmessers des Werkstückes (siehe Entwicklung Bild 80) und die Formel der Gruppe II die Möglichkeit, auf Grund der gewählten Schnittgeschwindigkeit (siehe Entwicklung Bild 81) die größten Querschnitte zu berechnen. Die Werte der Gruppe I sind entwickelt aus der Gleichung von Bild 80

$$q = \frac{p \cdot b \cdot \eta \cdot D_{st}}{k_s \cdot d_w}$$

Durch das Einsetzen der für die vorliegende Drehbank gültigen Zahlen ergeben sich folgende Werte für q für das Schruppen von M.-St. von 50 bis 60 kg Festigkeit

für das Drehen ohne Vorgelege	0,71 · $\frac{D_{st}}{d_w}$ mm ²	}	siehe Bild 80
" " " mit Vorgelege 1:3	1,9 · $\frac{D_{st}}{d_w}$ mm ²		
" " " " " 1:10	6,3 · $\frac{D_{st}}{d_w}$ mm ²		

Die Werte der Gruppe II sind entwickelt aus der Formel von Bild 81

$$q = \frac{60 \cdot 75}{k_s} \cdot \frac{N_{st}}{v} = 32 \cdot \frac{N_{st}}{v}$$

Die Werte für N_{st} bei jeder Stufe der Scheibe kombiniert mit den zwei Vorgelegen sind ebenfalls der Rechnung der Tabelle 81 entnommen. Der Kalkulator findet also durch einen Blick in die Tabelle 82 zwei Möglichkeiten, durch eine einfache Division den Spanquerschnitt zu errechnen, der beim Gebrauch einer bestimmten Drehzahl oder einer bestimmten Stufenscheibe für die Berechnung einzusetzen ist.

Nun haben die auf eine der beiden Weisen errechneten Werte nur dann Gültigkeit für die Benutzung der Kalkulationsrechnung, wenn die Annahmen, die in bezug auf η , p und k_s gemacht sind, den tatsächlichen Betriebsverhältnissen entsprechen. Wir haben bereits festgestellt, daß die Rechnung mit gleichbleibendem k_s bei verschiedenen Spanquerschnitten nicht den neueren Forschungen entspricht; k_s erhält vielmehr bei kleinen Spanquerschnitten einen größeren Wert als beim Abdrehen von großen Spanquerschnitten. Diese Schwankung von k_s beeinträchtigt natürlich das Resultat für q . Nur ist der Fehler hier nicht erheblich. Denn wir haben bei der Berechnung der Beispiele in Tafel 80 und 81 die gleichbleibenden Erfahrungswerte für $v = 15$ m benutzt, infolgedessen liegen die Werte für q nicht so weit auseinander (5,3—6,8 m²), als daß die Veränderlichkeit von k_s erheblich ins Gewicht fiel. Wenn die maximalen Spanquerschnitte zum Schruppen für eine schwere Bank berechnet werden, so werden durchschnittlich größere Werte für q herauskommen, und dann fällt die Veränderlichkeit von k_s natürlich mehr ins Gewicht und muß berücksichtigt werden. Wie hoch k_s in bezug auf die Querschnitte zu nehmen ist, zeigen wir später in Bild 86. Der größere Mangel dieser Rechnung liegt jedoch in der Wahl der konstanten Schnittgeschwindigkeit, durch die eine Ausnutzung des Werkzeuges nach Bild 79 nicht gestattet ist. Um nun die ungefähre Übereinstimmung der bei der Rechnung angenommenen Größen für p und k_s mit den Betriebsverhältnissen

Hegner		Berücksichtigung der Leistung der Maschine					Bild 82			
Berechnungstabelle für die max. Querschnitte für Drehbank lt. Diagramm von Tab. 30 für das Drehen von M.-Stahl 50/60 kgmm ² Festigkeit unter Annahme von $p = 1,3$ kg je 1 mm Riemenbreite $k_s =$ konstant mit 140 kg je 1 mm ²										
n	Stufen- scheiben ∅	Vor- gelege	q laut Bild 80		q laut Bild 81		endgültige Rechnungsgröße für q			
			Formel	I	Formel	II	III	IV		
264	210	—	$\frac{0,71 \cdot 210}{dw}$	$\frac{150}{dw}$	$\frac{3,9 \cdot 32}{v}$	$\frac{124}{v}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{136}{v}$		
185	255	—	$\frac{0,71 \cdot 255}{dw}$	$\frac{180}{dw}$	$\frac{3,35 \cdot 32}{v}$	$\frac{106}{v}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{118}{v}$		
134	300	—	$\frac{0,71 \cdot 300}{dw}$	$\frac{215}{dw}$	$\frac{2,8 \cdot 32}{v}$	$\frac{90}{v}$	$\frac{235}{dw}$	$\frac{100}{v}$		
86	210	1 : 3	$\frac{1,9 \cdot 210}{dw}$	$\frac{400}{dw}$	$\frac{3,35 \cdot 32}{v}$	$\frac{106}{v}$	$\frac{440}{dw}$	$\frac{118}{v}$		
61	255	1 : 3	$\frac{1,9 \cdot 255}{dw}$	$\frac{490}{dw}$	$\frac{2,85 \cdot 32}{v}$	$\frac{92}{v}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{102}{v}$		
42	300	1 : 3	$\frac{1,9 \cdot 300}{dw}$	$\frac{570}{dw}$	$\frac{2,4 \cdot 32}{v}$	$\frac{77}{v}$	$\frac{630}{dw}$	$\frac{85}{v}$		
26	210	1 : 10	$\frac{6,3 \cdot 210}{dw}$	$\frac{1320}{dw}$	$\frac{3,35 \cdot 32}{v}$	$\frac{106}{v}$	$\frac{1450}{dw}$	$\frac{118}{v}$		
18	255	1 : 10	$\frac{6,3 \cdot 255}{dw}$	$\frac{1600}{dw}$	$\frac{2,85 \cdot 32}{v}$	$\frac{92}{v}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{102}{v}$		
13	300	1 : 10	$\frac{6,3 \cdot 300}{dw}$	$\frac{1900}{dw}$	$\frac{2,4 \cdot 32}{v}$	$\frac{77}{v}$	$\frac{2100}{dw}$	$\frac{85}{v}$		
$dw =$ Rohdurchmesser des Werkstückes										
Versuche zur Überprüfung der Ergebnisse zu Bild 80 und 81										
∅ der Stufen- scheiben	Vor- gelege	Mat.	Um- drehung des Werk- stücks	V.	Roh-∅ des Materials	∅ d. Mater. nach dem Schrup- pen	Span- höhe	max. Vor- schub	Durch Versuch gefunden. Querschn.	Berechn. Quer- schnitt
300	—	M.-St. 50/60	134	17,5	40	28	6	1,16	7	5,3
255	1 : 3	"	61	19	100	86	7	0,95	6,7	4,9
210	1 : 10	"	26	15,6	195	170	12,5	0,72	9	6,8

festzustellen, dreht man einige der errechneten Querschnitte mit den bei der Berechnung benutzten Umdrehungszahlen an der betreffenden Maschine ab und erhöht sie nach und nach. Die in Bild 82 Reihe I und II zusammengestellten Zahlen zur Errechnung des Spanquerschnittes müssen dann um denjenigen Prozentsatz erhöht oder erniedrigt werden, der sich durch den Ausfall der Versuche ergibt.

In Bild 82 unten sind eine Reihe solcher Versuche dargestellt; sie sind genau mit den gleichen Werkstückdurchmessern und Drehzahlen durchgeführt, mit denen die Beispiele in Bild 80 und 81 berechnet sind. Sie zeigen, daß beim Drehen an der Maschine ca. 20% mehr erreicht wird, als die Rechnung ergeben hat. Es kann dies auf besonders günstige Riemenverhältnisse an der betreffenden Bank zurückzuführen sein.

Um nun auch durch die Rechnung diejenigen Werte zu erreichen, die als durchschnittlich günstigste auf der Maschine erzielt wurden, müssen die bisher ermittelten Berechnungszahlen für q in diesem Falle erhöht werden; es soll dies dadurch geschehen, daß wir sie — um eine gewisse Sicherheit zu haben — nicht auf 20%, wohl aber auf 10% höher bringen. Es würden sich also dann die in Reihe III und IV in Bild 82 oben zusammengestellten Werte ergeben. Nach Errechnung der Querschnitte durch eine der beiden in III oder IV dargestellten Divisionen ist der Vorschub durch eine weitere Division der Spanhöhe in den gefundenen Querschnitt zu erhalten. Für die Schnittgeschwindigkeit ist vorläufig der in Tabelle 22 gegebene Richtwert zu nehmen. Die so errechnete Maschinenzeit ist die durchschnittlich günstigste, die die Maschine (nicht völlig das Werkzeug) ausnutzt, also nach Schema 2 und 3 die Zeit t_h .

Selbstverständlich sind solche Rechnungsgrößen auch für andere Materialien als Maschinenstahl von 50 bis 60 kgmm² zu bilden. Diese Werte hängen dann von der Wahl von k_s ab. Wie k_s für die einzelnen Materialien zu bemessen ist, gibt die Tabelle auf Seite 134 und Bild 86.

Ein noch praktischerer Weg, um die zur Errechnung der Querschnitte hier entwickelten Unterlagen bei der Ausführung der Kalkulationsrechnung zu benutzen, ist ihre Einfügung in die Maschinenkarte. Neben den Drehzahlen in Bild 83, das wieder unsere Drehbank darstellt, werden aus Tafel 82 die in Reihe IV (oder III) entwickelten Zahlen der Berechnung als „Leistungszahlen“ L_z eingetragen. Die Maschinenkarte vereinigt dann für die Ausführung der Errechnung der Maschinenzeit folgendes:

1. die Drehzahlen, die die Maschine hat und von denen der Kalkulator diejenigen benutzen muß, mit denen er die Richtwerte für v lt. Tabelle 22 möglichst erreicht;
2. den abzudrehenden Durchmesser und die Schnittgeschwindigkeit;
3. den maximalen Spanquerschnitt q durch Division der Schnittgeschwindigkeit in die Leistungszahl;
4. durch Division der Spananstellung (Spantiefe) a in den Querschnitt q den Vorschub s , mit dem er die Maschine ausnutzt.

Beispiel.

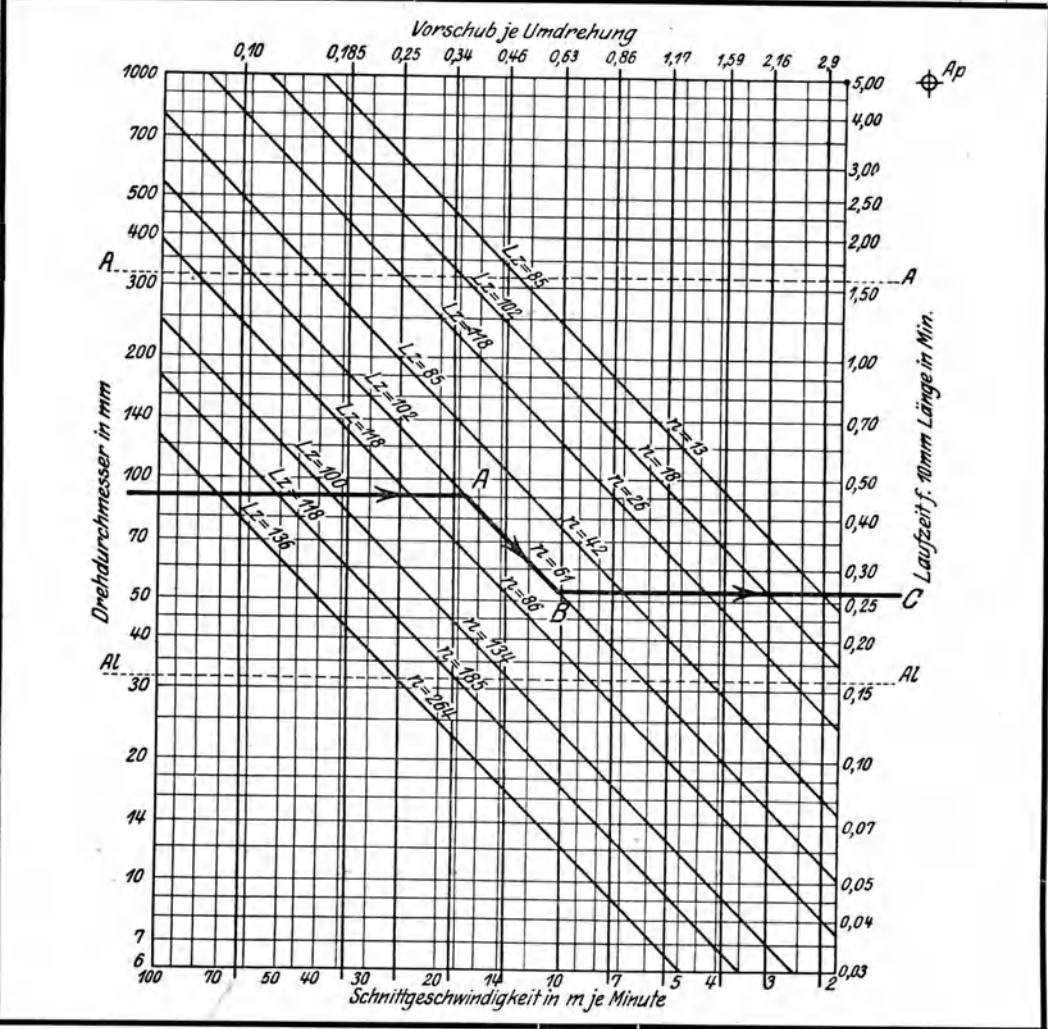
Es sei für eine stabile Welle aus Maschinenstahl von 50 bis 60 kg/mm² Festigkeit ein Span von 10 mm von einem Rohdurchmesser von 90 mm abzunehmen. Wie groß ist die Maschinenzeit t_h für 10 mm Drehlänge?

Lösung.

Gehe vom Punkt 90 der Durchmesser skala nach rechts bis zum Schnittpunkt A mit der n -Linie 61; senkrecht unter A findet man auf der Schnittgeschwindigkeitsskala die Schnittgeschwindigkeit von 17,5 m/min, also diejenige, die der Richtgeschwindigkeit laut Tabelle 22 von 15 m/min am nächsten kommt. Zur Feststellung des maximalen Querschnittes dividiere lt. Entwicklung auf Tafel 82 17,5 in die Leistungszahl $L_z = 102$ für die Stufe mit $n = 61$; der Querschnitt ist 6 qmm; der Vorschub also Querschnitt: Spantiefe = $6:10 = 0,6$. Gehe nun von der n -Linie 61 abwärts bis zum Punkt B , dem Schnittpunkt mit der Vorschublinie 0,63, die der errechneten von 0,6 mm je Umdrehung am nächsten kommt. Horizontal von B nach rechts findet man auf der Laufzeitskala im Punkt C die Drehzeit $t_h = 0,26$ für das Schruppen dieser Welle für eine Drehlänge von 10 mm. Die Zeit für das Drehen einer größeren Länge ist durch Multiplikation mit $\frac{L}{10}$ zu erhalten.

Da nun ein großer Teil der Kalkulatoren aus den Betrieben stammt, macht die Benutzung von graphischen Tabellen immerhin manchmal Schwierigkeiten. Es sei deshalb ein Weg angegeben, auf dem die graphische Rechnung in Tabellenform umgewertet werden kann. Bild 84 zeigt die Rückseite einer auf diese Weise umgestalteten Maschinenkarte und zwar wieder für die hier bereits wiederholt behandelte Drehbank.

Ausschuß für wirtschaftl. Fertigung		Berücksichtigung der Leistung der Maschine				Bild 83	
Ausgestaltung der Maschinenkarte zur Berechnung der maximalen Spanquerschnitte beim Schrumpfen von Maschinenstahl von 50 bis 60 kg/mm ² Festigkeit							
Umdrehungszahlen der Drehbankspindel je Min.				Vorschübe in mm je Umdrehung			
Durchmesser u. Breite der Stufenscheibe der Antriebscheibe		300	255	210	↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓		Durchmesser u. Breite der Stufenscheibe der Antriebscheibe
Nr. d. Stufe od. Schaltung →							
ohne R. V.		134	185	264	Hebelstellung a		0,1 0,185 0,25 0,34
R. V. 1 : 3		42	61	86	b		0,46 0,63 0,86 1,17
R. V. 1 : 10		13	18	26	c		1,59 2,16 2,9 4,06



An Stelle der Einzeichnung der n -Strahlen in ein logarithmisches Netz sind hier die Drehzahlen in der Mitte der Tabelle in die Rubrik n eingetragen. Unter ihnen sind die Stufendurchmesser eingezeichnet, die für die Erzielung der Drehzahlen in Frage kommen. Unter diesen wieder sind die aus der Entwicklung Bild 82 bekannten „Leistungszahlen“ angegeben und zwar diesmal auf Grund der Formel

$$q = \frac{p \cdot b \cdot \eta}{k_s} \cdot \frac{D_{st}}{d_w}, \quad (\text{siehe S. 133})$$

also aus Tabelle 82 Reihe III. Über den Drehzahlen wieder stehen diejenigen Werkstückdurchmesser, die den in der gleichen Rubrik auf der linken Seite angegebenen Schnittgeschwindigkeiten entsprechen.

Der Nachteil dieser Zahlenreihe ist der, der jeder tabellarischen Aufzeichnung anhaftet. Man kann innerhalb der Reihe Sprünge nicht vermeiden, um die Tabelle nicht zu umfangreich zu gestalten. Da es aber für die Rechnung gar nicht nötig ist, zu wissen, mit welcher Schnittgeschwindigkeit man genau dreht, da für die Rechnung nur die Tourenzahl benötigt wird, genügen die aufgeführten Zahlen für jede auszuführende Rechnung. Sollen wir also den vorhin auf Seite 139 berechneten Durchmesser von 90 mm mit einer Richtgeschwindigkeit von 15 m/min drehen, so finden wir die dazugehörige Tourenzahl, wenn wir uns den Durchmesser 90 in derjenigen Reihe aufsuchen, die links einer dem Richtwert für v möglichst naheliegenden Schnittgeschwindigkeit entspricht. In der Reihe für 61 Umdrehungen würden bei 90 Durchmesser ca. 17 m/min erreicht, in der Reihe für 42 Umdrehungen ca. 12 m. Es wäre also die Drehzahl 61 zu verwenden mit der 17 m/min für 90 mm Durchmesser erreicht werden; denn 17 m liegt näher an 15 m als 12 m. Den für diese Drehstufe größten Vorschub zur Ausnutzung per Maschine findet man auf Grund der Rechnung

$$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{d_w} = \frac{540}{90} = 6 \text{ mm}^2. \quad (\text{Tafel 82 III}).$$

Die Vorschübe, die auf der Maschine zu erreichen sind, sind auf dem unteren Teil der Tafel links angegeben, gleichzeitig sind rechts von dieser Vorschubreihe die Drehzeiten ausgerechnet, die für eine Drehlänge von 10 mm gelten unter Benutzung der über der Drehzeit stehenden n -Zahl. (Drehe ich also mit der Drehzahl 26 und einem Vorschub von 2,16, so ist die Drehzeit t_n für 10 mm 0,18 Min.)

Den Vorschub zur Ermittlung der Ausnutzung der Maschine findet man wieder durch Division des eben errechneten Querschnittes mit der Spananstellung, also für das Beispiel der Seite 139 (siehe auch oben)

$$s = \frac{q}{a} = \frac{6}{10} = 0,6 \text{ mm}.$$

Man benutzt den an der Maschine nächstliegenden Vorschub mit 0,63 mm je Umdrehung und findet als Drehzeit dann für 10 mm 0,26. Die Zeit für das Schrappen dieser Welle würde also sein

$$t_n = \frac{L}{10} \cdot 0,26 \text{ Min.}$$

d) Rechnungshilfsmittel für die gleichzeitige Berücksichtigung von Werkzeug und Maschine (bei konstantem k_s).

Wir haben in Abschnitt E II und III a b c gezeigt, wie es der Kalkulation möglich gemacht werden soll, durch die Berechnung der Maschinenzeit einmal das Werkzeug für sich und dann die Maschine für sich auszunutzen. Es fehlt nun noch, eine zwangläufige Verbindung zu schaffen zwischen der Ausnutzung von Werkzeug und Maschine zusammen. Natürlich müssen auch hier die Hilfsmittel zur Rechnung so einfach gestaltet werden, daß sie leicht zu gebrauchen sind und doch genaue Resultate ergeben.

Wenn wir z. B. eben festgestellt haben, daß wir das Schrappen einer Welle von 90 mm Durchmesser unter Ausnutzung der Maschine mit einem Querschnitt von 6 mm

Hegner		Berücksichtigung der Leistung der Maschine										Bild 84																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Rückseite der Maschinenkarte																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Eintragungen von v und t je 10 mm in Tabellenform																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Schnittgeschwindigkeit in m/Min.		Durchmesser des Arbeitsstückes in mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
40	48	69	95		148	209	304		490	710	980		36	43	62	86		133	188	272		440	638	882		33	40	57	78		122	172	250		405	583	810		30	36	52	71		111	156	227		368	530	735		27,5	33	47	65		102	144	209		337	487	673		25	30	43	59		93	131	190		306	442	613		22,5	27	38	53		84	117	171		275	397	550		20,5	25	35	49		76	107	155		250	363	500		18,6	22	32	44		69	97	141		228	329	455		17	21	29	40		63	89	129		208	302	417		15,5	19	27	37		57	81	117		190	274	398		14	17	24	33		52	73	106		172	248	343		12,5	15	21	30		47	65	95		153	221	307		11,5	14	20	27		43	60	87		141	204	282		10,5	13	18	25		39	55	80		129	186	258		9,5	12	16	23		35	50	72		116	168	233		8,6	10	15	20		32	45	65		105	152	211		7,8	9	13	18		29	41	59		96	138	191		7	8	12	17		26	37	53		85	124	171		6,5	8	11	15		24	34	49		80	115	159		6	7	10	14		22	31	46		74	106	147		5,5	7	9	13		20	29	42		67	97	135		5	6	9	12		19	26	38		61	88	122		4,4	5	8	10		16	23	34		54	78	108		4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten										a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85	5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29		2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46	0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22		0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08	0,12	0,16		0,25	0,36	0,52		0,84	1,21	1,67	II	0,63	0,06	0,09	0,12		0,18	0,26	0,38		0,61	0,88	1,22	III	0,86	0,04	0,06	0,09		0,13	0,19	0,28		0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2		0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07	0,1	0,15		0,24	0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03		0,05	0,07	0,11		0,18	0,26	0,36	III	2,9	0,01	0,019	0,026		0,04	0,06	0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																							
36	43	62	86		133	188	272		440	638	882		33	40	57	78		122	172	250		405	583	810		30	36	52	71		111	156	227		368	530	735		27,5	33	47	65		102	144	209		337	487	673		25	30	43	59		93	131	190		306	442	613		22,5	27	38	53		84	117	171		275	397	550		20,5	25	35	49		76	107	155		250	363	500		18,6	22	32	44		69	97	141		228	329	455		17	21	29	40		63	89	129		208	302	417		15,5	19	27	37		57	81	117		190	274	398		14	17	24	33		52	73	106		172	248	343		12,5	15	21	30		47	65	95		153	221	307		11,5	14	20	27		43	60	87		141	204	282		10,5	13	18	25		39	55	80		129	186	258		9,5	12	16	23		35	50	72		116	168	233		8,6	10	15	20		32	45	65		105	152	211		7,8	9	13	18		29	41	59		96	138	191		7	8	12	17		26	37	53		85	124	171		6,5	8	11	15		24	34	49		80	115	159		6	7	10	14		22	31	46		74	106	147		5,5	7	9	13		20	29	42		67	97	135		5	6	9	12		19	26	38		61	88	122		4,4	5	8	10		16	23	34		54	78	108		4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten											a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85		5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29		2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46	0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22		0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08	0,12	0,16		0,25	0,36	0,52			0,84	1,21	1,67	II	0,63	0,06	0,09	0,12		0,18	0,26	0,38		0,61	0,88	1,22	III	0,86	0,04	0,06	0,09		0,13	0,19	0,28		0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2		0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07	0,1	0,15			0,24	0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03		0,05	0,07	0,11		0,18	0,26	0,36	III	2,9	0,01	0,019	0,026		0,04	0,06	0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																
33	40	57	78		122	172	250		405	583	810		30	36	52	71		111	156	227		368	530	735		27,5	33	47	65		102	144	209		337	487	673		25	30	43	59		93	131	190		306	442	613		22,5	27	38	53		84	117	171		275	397	550		20,5	25	35	49		76	107	155		250	363	500		18,6	22	32	44		69	97	141		228	329	455		17	21	29	40		63	89	129		208	302	417		15,5	19	27	37		57	81	117		190	274	398		14	17	24	33		52	73	106		172	248	343		12,5	15	21	30		47	65	95		153	221	307		11,5	14	20	27		43	60	87		141	204	282		10,5	13	18	25		39	55	80		129	186	258		9,5	12	16	23		35	50	72		116	168	233		8,6	10	15	20		32	45	65		105	152	211		7,8	9	13	18		29	41	59		96	138	191		7	8	12	17		26	37	53		85	124	171		6,5	8	11	15		24	34	49		80	115	159		6	7	10	14		22	31	46		74	106	147		5,5	7	9	13		20	29	42		67	97	135		5	6	9	12		19	26	38		61	88	122		4,4	5	8	10		16	23	34		54	78	108		4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten											a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85			5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29			2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46	0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22		0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08	0,12	0,16		0,25	0,36	0,52			0,84	1,21	1,67	II	0,63	0,06	0,09	0,12		0,18		0,26	0,38		0,61	0,88	1,22	III	0,86	0,04	0,06	0,09		0,13	0,19	0,28		0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2		0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07	0,1	0,15			0,24	0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03			0,05	0,07	0,11		0,18	0,26	0,36	III	2,9	0,01	0,019	0,026		0,04	0,06	0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																									
30	36	52	71		111	156	227		368	530	735		27,5	33	47	65		102	144	209		337	487	673		25	30	43	59		93	131	190		306	442	613		22,5	27	38	53		84	117	171		275	397	550		20,5	25	35	49		76	107	155		250	363	500		18,6	22	32	44		69	97	141		228	329	455		17	21	29	40		63	89	129		208	302	417		15,5	19	27	37		57	81	117		190	274	398		14	17	24	33		52	73	106		172	248	343		12,5	15	21	30		47	65	95		153	221	307		11,5	14	20	27		43	60	87		141	204	282		10,5	13	18	25		39	55	80		129	186	258		9,5	12	16	23		35	50	72		116	168	233		8,6	10	15	20		32	45	65		105	152	211		7,8	9	13	18		29	41	59		96	138	191		7	8	12	17		26	37	53		85	124	171		6,5	8	11	15		24	34	49		80	115	159		6	7	10	14		22	31	46		74	106	147		5,5	7	9	13		20	29	42		67	97	135		5	6	9	12		19	26	38		61	88	122		4,4	5	8	10		16	23	34		54	78	108		4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten											a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85			5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29				2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46		0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22		0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08	0,12	0,16		0,25	0,36	0,52			0,84	1,21	1,67	II	0,63	0,06	0,09	0,12		0,18		0,26	0,38		0,61	0,88	1,22	III	0,86	0,04	0,06		0,09		0,13	0,19	0,28		0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2		0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07	0,1	0,15			0,24	0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03			0,05	0,07	0,11		0,18	0,26	0,36	III		2,9	0,01	0,019	0,026		0,04	0,06	0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																																		
27,5	33	47	65		102	144	209		337	487	673		25	30	43	59		93	131	190		306	442	613		22,5	27	38	53		84	117	171		275	397	550		20,5	25	35	49		76	107	155		250	363	500		18,6	22	32	44		69	97	141		228	329	455		17	21	29	40		63	89	129		208	302	417		15,5	19	27	37		57	81	117		190	274	398		14	17	24	33		52	73	106		172	248	343		12,5	15	21	30		47	65	95		153	221	307		11,5	14	20	27		43	60	87		141	204	282		10,5	13	18	25		39	55	80		129	186	258		9,5	12	16	23		35	50	72		116	168	233		8,6	10	15	20		32	45	65		105	152	211		7,8	9	13	18		29	41	59		96	138	191		7	8	12	17		26	37	53		85	124	171		6,5	8	11	15		24	34	49		80	115	159		6	7	10	14		22	31	46		74	106	147		5,5	7	9	13		20	29	42		67	97	135		5	6	9	12		19	26	38		61	88	122		4,4	5	8	10		16	23	34		54	78	108		4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten											a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85			5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29				2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46			0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22		0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08	0,12	0,16		0,25	0,36	0,52		0,84		1,21	1,67	II	0,63	0,06	0,09	0,12		0,18	0,26		0,38		0,61	0,88	1,22	III	0,86	0,04	0,06	0,09			0,13	0,19	0,28		0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2		0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07	0,1	0,15		0,24		0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03		0,05		0,07	0,11		0,18	0,26	0,36	III	2,9	0,01		0,019	0,026		0,04	0,06	0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																																														
25	30	43	59		93	131	190		306	442	613		22,5	27	38	53		84	117	171		275	397	550		20,5	25	35	49		76	107	155		250	363	500		18,6	22	32	44		69	97	141		228	329	455		17	21	29	40		63	89	129		208	302	417		15,5	19	27	37		57	81	117		190	274	398		14	17	24	33		52	73	106		172	248	343		12,5	15	21	30		47	65	95		153	221	307		11,5	14	20	27		43	60	87		141	204	282		10,5	13	18	25		39	55	80		129	186	258		9,5	12	16	23		35	50	72		116	168	233		8,6	10	15	20		32	45	65		105	152	211		7,8	9	13	18		29	41	59		96	138	191		7	8	12	17		26	37	53		85	124	171		6,5	8	11	15		24	34	49		80	115	159		6	7	10	14		22	31	46		74	106	147		5,5	7	9	13		20	29	42		67	97	135		5	6	9	12		19	26	38		61	88	122		4,4	5	8	10		16	23	34		54	78	108		4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten											a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85			5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29				2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46			0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22			0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08	0,12	0,16		0,25	0,36	0,52		0,84		1,21	1,67	II	0,63	0,06	0,09	0,12		0,18	0,26	0,38			0,61	0,88	1,22	III	0,86	0,04	0,06	0,09			0,13	0,19	0,28		0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2		0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07	0,1	0,15		0,24		0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03		0,05	0,07	0,11			0,18	0,26	0,36	III	2,9	0,01	0,019	0,026			0,04	0,06	0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																																																										
22,5	27	38	53		84	117	171		275	397	550		20,5	25	35	49		76	107	155		250	363	500		18,6	22	32	44		69	97	141		228	329	455		17	21	29	40		63	89	129		208	302	417		15,5	19	27	37		57	81	117		190	274	398		14	17	24	33		52	73	106		172	248	343		12,5	15	21	30		47	65	95		153	221	307		11,5	14	20	27		43	60	87		141	204	282		10,5	13	18	25		39	55	80		129	186	258		9,5	12	16	23		35	50	72		116	168	233		8,6	10	15	20		32	45	65		105	152	211		7,8	9	13	18		29	41	59		96	138	191		7	8	12	17		26	37	53		85	124	171		6,5	8	11	15		24	34	49		80	115	159		6	7	10	14		22	31	46		74	106	147		5,5	7	9	13		20	29	42		67	97	135		5	6	9	12		19	26	38		61	88	122		4,4	5	8	10		16	23	34		54	78	108		4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten											a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85			5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29				2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46			0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22			0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08		0,12	0,16		0,25	0,36	0,52		0,84		1,21	1,67	II	0,63	0,06	0,09	0,12		0,18	0,26	0,38			0,61	0,88	1,22	III	0,86	0,04	0,06	0,09		0,13		0,19	0,28		0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2		0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07	0,1	0,15		0,24		0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03		0,05	0,07	0,11			0,18	0,26	0,36	III	2,9	0,01	0,019	0,026		0,04		0,06	0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																																																																						
20,5	25	35	49		76	107	155		250	363	500		18,6	22	32	44		69	97	141		228	329	455		17	21	29	40		63	89	129		208	302	417		15,5	19	27	37		57	81	117		190	274	398		14	17	24	33		52	73	106		172	248	343		12,5	15	21	30		47	65	95		153	221	307		11,5	14	20	27		43	60	87		141	204	282		10,5	13	18	25		39	55	80		129	186	258		9,5	12	16	23		35	50	72		116	168	233		8,6	10	15	20		32	45	65		105	152	211		7,8	9	13	18		29	41	59		96	138	191		7	8	12	17		26	37	53		85	124	171		6,5	8	11	15		24	34	49		80	115	159		6	7	10	14		22	31	46		74	106	147		5,5	7	9	13		20	29	42		67	97	135		5	6	9	12		19	26	38		61	88	122		4,4	5	8	10		16	23	34		54	78	108		4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten											a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85			5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29				2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46			0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22			0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08		0,12	0,16		0,25	0,36	0,52		0,84		1,21	1,67	II		0,63	0,06	0,09	0,12		0,18	0,26	0,38			0,61	0,88	1,22	III	0,86	0,04	0,06	0,09		0,13		0,19	0,28		0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2		0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07	0,1	0,15		0,24		0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03		0,05	0,07	0,11			0,18	0,26	0,36	III	2,9	0,01	0,019	0,026		0,04		0,06	0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																																																																																		
18,6	22	32	44		69	97	141		228	329	455		17	21	29	40		63	89	129		208	302	417		15,5	19	27	37		57	81	117		190	274	398		14	17	24	33		52	73	106		172	248	343		12,5	15	21	30		47	65	95		153	221	307		11,5	14	20	27		43	60	87		141	204	282		10,5	13	18	25		39	55	80		129	186	258		9,5	12	16	23		35	50	72		116	168	233		8,6	10	15	20		32	45	65		105	152	211		7,8	9	13	18		29	41	59		96	138	191		7	8	12	17		26	37	53		85	124	171		6,5	8	11	15		24	34	49		80	115	159		6	7	10	14		22	31	46		74	106	147		5,5	7	9	13		20	29	42		67	97	135		5	6	9	12		19	26	38		61	88	122		4,4	5	8	10		16	23	34		54	78	108		4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten											a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85			5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29				2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46			0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22			0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08		0,12	0,16		0,25	0,36	0,52		0,84		1,21	1,67	II		0,63	0,06	0,09	0,12		0,18	0,26	0,38			0,61	0,88		1,22	III	0,86	0,04	0,06	0,09		0,13		0,19	0,28		0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2		0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07	0,1	0,15		0,24		0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03		0,05	0,07	0,11			0,18	0,26	0,36	III	2,9	0,01	0,019	0,026		0,04		0,06	0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																																																																																														
17	21	29	40		63	89	129		208	302	417		15,5	19	27	37		57	81	117		190	274	398		14	17	24	33		52	73	106		172	248	343		12,5	15	21	30		47	65	95		153	221	307		11,5	14	20	27		43	60	87		141	204	282		10,5	13	18	25		39	55	80		129	186	258		9,5	12	16	23		35	50	72		116	168	233		8,6	10	15	20		32	45	65		105	152	211		7,8	9	13	18		29	41	59		96	138	191		7	8	12	17		26	37	53		85	124	171		6,5	8	11	15		24	34	49		80	115	159		6	7	10	14		22	31	46		74	106	147		5,5	7	9	13		20	29	42		67	97	135		5	6	9	12		19	26	38		61	88	122		4,4	5	8	10		16	23	34		54	78	108		4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten											a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85			5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29				2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46			0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22			0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08		0,12	0,16		0,25	0,36	0,52		0,84		1,21	1,67	II		0,63	0,06	0,09	0,12		0,18	0,26	0,38			0,61	0,88		1,22	III	0,86	0,04	0,06	0,09		0,13		0,19	0,28			0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2		0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07	0,1	0,15		0,24		0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03		0,05	0,07	0,11			0,18	0,26	0,36	III	2,9	0,01	0,019	0,026		0,04		0,06	0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																																																																																																										
15,5	19	27	37		57	81	117		190	274	398		14	17	24	33		52	73	106		172	248	343		12,5	15	21	30		47	65	95		153	221	307		11,5	14	20	27		43	60	87		141	204	282		10,5	13	18	25		39	55	80		129	186	258		9,5	12	16	23		35	50	72		116	168	233		8,6	10	15	20		32	45	65		105	152	211		7,8	9	13	18		29	41	59		96	138	191		7	8	12	17		26	37	53		85	124	171		6,5	8	11	15		24	34	49		80	115	159		6	7	10	14		22	31	46		74	106	147		5,5	7	9	13		20	29	42		67	97	135		5	6	9	12		19	26	38		61	88	122		4,4	5	8	10		16	23	34		54	78	108		4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten											a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85			5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29				2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46			0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22			0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08		0,12	0,16		0,25	0,36	0,52		0,84		1,21	1,67	II		0,63	0,06	0,09	0,12		0,18	0,26	0,38			0,61	0,88		1,22	III	0,86	0,04	0,06	0,09		0,13		0,19	0,28			0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2			0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07	0,1	0,15		0,24		0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03		0,05	0,07	0,11			0,18	0,26	0,36	III	2,9	0,01	0,019	0,026		0,04		0,06	0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																																																																																																																						
14	17	24	33		52	73	106		172	248	343		12,5	15	21	30		47	65	95		153	221	307		11,5	14	20	27		43	60	87		141	204	282		10,5	13	18	25		39	55	80		129	186	258		9,5	12	16	23		35	50	72		116	168	233		8,6	10	15	20		32	45	65		105	152	211		7,8	9	13	18		29	41	59		96	138	191		7	8	12	17		26	37	53		85	124	171		6,5	8	11	15		24	34	49		80	115	159		6	7	10	14		22	31	46		74	106	147		5,5	7	9	13		20	29	42		67	97	135		5	6	9	12		19	26	38		61	88	122		4,4	5	8	10		16	23	34		54	78	108		4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten											a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85			5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29				2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46			0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22			0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08		0,12	0,16		0,25	0,36	0,52		0,84		1,21	1,67	II		0,63	0,06	0,09	0,12		0,18	0,26	0,38			0,61	0,88		1,22	III	0,86	0,04	0,06	0,09		0,13		0,19	0,28			0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2			0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07		0,1	0,15		0,24		0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03		0,05	0,07	0,11			0,18	0,26	0,36	III	2,9	0,01	0,019	0,026		0,04		0,06	0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																																																																																																																																		
12,5	15	21	30		47	65	95		153	221	307		11,5	14	20	27		43	60	87		141	204	282		10,5	13	18	25		39	55	80		129	186	258		9,5	12	16	23		35	50	72		116	168	233		8,6	10	15	20		32	45	65		105	152	211		7,8	9	13	18		29	41	59		96	138	191		7	8	12	17		26	37	53		85	124	171		6,5	8	11	15		24	34	49		80	115	159		6	7	10	14		22	31	46		74	106	147		5,5	7	9	13		20	29	42		67	97	135		5	6	9	12		19	26	38		61	88	122		4,4	5	8	10		16	23	34		54	78	108		4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten											a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85			5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29				2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46			0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22			0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08		0,12	0,16		0,25	0,36	0,52		0,84		1,21	1,67	II		0,63	0,06	0,09	0,12		0,18	0,26	0,38			0,61	0,88		1,22	III	0,86	0,04	0,06	0,09		0,13		0,19	0,28			0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2			0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07		0,1	0,15		0,24		0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03			0,05	0,07	0,11			0,18	0,26	0,36	III	2,9	0,01	0,019	0,026		0,04		0,06	0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																																																																																																																																														
11,5	14	20	27		43	60	87		141	204	282		10,5	13	18	25		39	55	80		129	186	258		9,5	12	16	23		35	50	72		116	168	233		8,6	10	15	20		32	45	65		105	152	211		7,8	9	13	18		29	41	59		96	138	191		7	8	12	17		26	37	53		85	124	171		6,5	8	11	15		24	34	49		80	115	159		6	7	10	14		22	31	46		74	106	147		5,5	7	9	13		20	29	42		67	97	135		5	6	9	12		19	26	38		61	88	122		4,4	5	8	10		16	23	34		54	78	108		4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten											a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85			5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29				2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46			0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22			0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08		0,12	0,16		0,25	0,36	0,52		0,84		1,21	1,67	II		0,63	0,06	0,09	0,12		0,18	0,26	0,38			0,61	0,88		1,22	III	0,86	0,04	0,06	0,09		0,13		0,19	0,28			0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2			0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07		0,1	0,15		0,24		0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03			0,05	0,07	0,11			0,18	0,26	0,36	III	2,9	0,01	0,019	0,026		0,04	0,06		0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																																																																																																																																																											
10,5	13	18	25		39	55	80		129	186	258		9,5	12	16	23		35	50	72		116	168	233		8,6	10	15	20		32	45	65		105	152	211		7,8	9	13	18		29	41	59		96	138	191		7	8	12	17		26	37	53		85	124	171		6,5	8	11	15		24	34	49		80	115	159		6	7	10	14		22	31	46		74	106	147		5,5	7	9	13		20	29	42		67	97	135		5	6	9	12		19	26	38		61	88	122		4,4	5	8	10		16	23	34		54	78	108		4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten											a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85			5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29				2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46			0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22			0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08		0,12	0,16		0,25	0,36	0,52		0,84		1,21	1,67	II		0,63	0,06	0,09	0,12		0,18	0,26	0,38			0,61	0,88		1,22	III	0,86	0,04	0,06	0,09		0,13		0,19	0,28			0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2			0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07		0,1	0,15		0,24		0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03			0,05	0,07	0,11			0,18	0,26	0,36	III	2,9	0,01	0,019	0,026		0,04	0,06		0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																																																																																																																																																																								
9,5	12	16	23		35	50	72		116	168	233		8,6	10	15	20		32	45	65		105	152	211		7,8	9	13	18		29	41	59		96	138	191		7	8	12	17		26	37	53		85	124	171		6,5	8	11	15		24	34	49		80	115	159		6	7	10	14		22	31	46		74	106	147		5,5	7	9	13		20	29	42		67	97	135		5	6	9	12		19	26	38		61	88	122		4,4	5	8	10		16	23	34		54	78	108		4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten											a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85			5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29				2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46			0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22			0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08		0,12	0,16		0,25	0,36	0,52		0,84		1,21	1,67	II		0,63	0,06	0,09	0,12		0,18	0,26	0,38			0,61	0,88		1,22	III	0,86	0,04	0,06	0,09		0,13		0,19	0,28			0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2			0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07		0,1	0,15		0,24		0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03			0,05	0,07	0,11			0,18	0,26	0,36	III	2,9	0,01	0,019	0,026		0,04	0,06		0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																																																																																																																																																																																					
8,6	10	15	20		32	45	65		105	152	211		7,8	9	13	18		29	41	59		96	138	191		7	8	12	17		26	37	53		85	124	171		6,5	8	11	15		24	34	49		80	115	159		6	7	10	14		22	31	46		74	106	147		5,5	7	9	13		20	29	42		67	97	135		5	6	9	12		19	26	38		61	88	122		4,4	5	8	10		16	23	34		54	78	108		4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten											a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85			5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29				2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46			0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22			0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08		0,12	0,16		0,25	0,36	0,52		0,84		1,21	1,67	II		0,63	0,06	0,09	0,12		0,18	0,26	0,38			0,61	0,88		1,22	III	0,86	0,04	0,06	0,09		0,13		0,19	0,28			0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2			0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07		0,1	0,15		0,24		0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03			0,05	0,07	0,11			0,18	0,26	0,36	III	2,9	0,01	0,019	0,026		0,04	0,06		0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																																																																																																																																																																																																		
7,8	9	13	18		29	41	59		96	138	191		7	8	12	17		26	37	53		85	124	171		6,5	8	11	15		24	34	49		80	115	159		6	7	10	14		22	31	46		74	106	147		5,5	7	9	13		20	29	42		67	97	135		5	6	9	12		19	26	38		61	88	122		4,4	5	8	10		16	23	34		54	78	108		4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten											a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85			5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29				2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46			0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22			0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08		0,12	0,16		0,25	0,36	0,52		0,84		1,21	1,67	II		0,63	0,06	0,09	0,12		0,18	0,26	0,38			0,61	0,88		1,22	III	0,86	0,04	0,06	0,09		0,13		0,19	0,28			0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2			0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07		0,1	0,15		0,24		0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03			0,05	0,07	0,11			0,18	0,26	0,36	III	2,9	0,01	0,019	0,026		0,04	0,06		0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																																																																																																																																																																																																															
7	8	12	17		26	37	53		85	124	171		6,5	8	11	15		24	34	49		80	115	159		6	7	10	14		22	31	46		74	106	147		5,5	7	9	13		20	29	42		67	97	135		5	6	9	12		19	26	38		61	88	122		4,4	5	8	10		16	23	34		54	78	108		4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten											a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85			5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29				2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46			0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22			0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08		0,12	0,16		0,25	0,36	0,52		0,84		1,21	1,67	II		0,63	0,06	0,09	0,12		0,18	0,26	0,38			0,61	0,88		1,22	III	0,86	0,04	0,06	0,09		0,13		0,19	0,28			0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2			0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07		0,1	0,15		0,24		0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03			0,05	0,07	0,11			0,18	0,26	0,36	III	2,9	0,01	0,019	0,026		0,04	0,06		0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																																																																																																																																																																																																																												
6,5	8	11	15		24	34	49		80	115	159		6	7	10	14		22	31	46		74	106	147		5,5	7	9	13		20	29	42		67	97	135		5	6	9	12		19	26	38		61	88	122		4,4	5	8	10		16	23	34		54	78	108		4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten											a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85			5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29				2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46			0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22			0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08		0,12	0,16		0,25	0,36	0,52		0,84		1,21	1,67	II		0,63	0,06	0,09	0,12		0,18	0,26	0,38			0,61	0,88		1,22	III	0,86	0,04	0,06	0,09		0,13		0,19	0,28			0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2			0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07		0,1	0,15		0,24		0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03			0,05	0,07	0,11			0,18	0,26	0,36	III	2,9	0,01	0,019	0,026		0,04	0,06		0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																																																																																																																																																																																																																																									
6	7	10	14		22	31	46		74	106	147		5,5	7	9	13		20	29	42		67	97	135		5	6	9	12		19	26	38		61	88	122		4,4	5	8	10		16	23	34		54	78	108		4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten											a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85			5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29				2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46			0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22			0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08		0,12	0,16		0,25	0,36	0,52		0,84		1,21	1,67	II		0,63	0,06	0,09	0,12		0,18	0,26	0,38			0,61	0,88		1,22	III	0,86	0,04	0,06	0,09		0,13		0,19	0,28			0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2			0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07		0,1	0,15		0,24		0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03			0,05	0,07	0,11			0,18	0,26	0,36	III	2,9	0,01	0,019	0,026		0,04	0,06		0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																																																																																																																																																																																																																																																						
5,5	7	9	13		20	29	42		67	97	135		5	6	9	12		19	26	38		61	88	122		4,4	5	8	10		16	23	34		54	78	108		4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten											a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85			5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29				2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46			0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22			0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08		0,12	0,16		0,25	0,36	0,52		0,84		1,21	1,67	II		0,63	0,06	0,09	0,12		0,18	0,26	0,38			0,61	0,88		1,22	III	0,86	0,04	0,06	0,09		0,13		0,19	0,28			0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2			0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07		0,1	0,15		0,24		0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03			0,05	0,07	0,11			0,18	0,26	0,36	III	2,9	0,01	0,019	0,026		0,04	0,06		0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																																																																																																																																																																																																																																																																			
5	6	9	12		19	26	38		61	88	122		4,4	5	8	10		16	23	34		54	78	108		4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten											a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85			5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29				2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46			0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22			0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08		0,12	0,16		0,25	0,36	0,52		0,84		1,21	1,67	II		0,63	0,06	0,09	0,12		0,18	0,26	0,38			0,61	0,88		1,22	III	0,86	0,04	0,06	0,09		0,13		0,19	0,28			0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2			0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07		0,1	0,15		0,24		0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03			0,05	0,07	0,11			0,18	0,26	0,36	III	2,9	0,01	0,019	0,026		0,04	0,06		0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																																																																																																																																																																																																																																																																																
4,4	5	8	10		16	23	34		54	78	108		4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten											a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85			5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29				2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46			0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22			0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08		0,12	0,16		0,25	0,36	0,52		0,84		1,21	1,67	II		0,63	0,06	0,09	0,12		0,18	0,26	0,38			0,61	0,88		1,22	III	0,86	0,04	0,06	0,09		0,13		0,19	0,28			0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2			0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07		0,1	0,15		0,24		0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03			0,05	0,07	0,11			0,18	0,26	0,36	III	2,9	0,01	0,019	0,026		0,04	0,06		0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
4	5	7	9		15	21	30		49	71	98		Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n	Nr. der Stufe														Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10						$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$		Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten											a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85			5,56	7,68	II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29				2,08	3	4,15	III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46			0,66	0,95		1,54	2,22	3,08	IV	0,34	0,11	0,16	0,22			0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26	b	I	0,46	0,08		0,12	0,16		0,25	0,36	0,52		0,84		1,21	1,67	II		0,63	0,06	0,09	0,12		0,18	0,26	0,38			0,61	0,88		1,22	III	0,86	0,04	0,06	0,09		0,13		0,19	0,28			0,45	0,65	0,89	IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2			0,33	0,47	0,66	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07		0,1	0,15		0,24		0,35	0,48	II	2,16	0,018	0,02	0,03			0,05	0,07	0,11			0,18	0,26	0,36	III	2,9	0,01	0,019	0,026		0,04	0,06		0,08		0,13	0,19	0,26	IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19	Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Umdrehungen der Arbeitsspindel	264	185	134		86	61	42		26	18	13	n																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Nr. der Stufe																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	Direkt			Vorgelege 1 : 3			Vorgelege 1 : 10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
$q = \frac{\text{Leistungszahl}}{dw}$	$\frac{166}{dw}$	$\frac{200}{dw}$	$\frac{235}{dw}$	*	$\frac{440}{dw}$	$\frac{540}{dw}$	$\frac{630}{dw}$		$\frac{1450}{dw}$	$\frac{1760}{dw}$	$\frac{2100}{dw}$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Längsvorschub je Umdrehung	Schaltung		Drehzeiten für 10 mm Drehlänge in Minuten																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	a	I	0,1	0,38	0,55	0,75		1,16	1,64	2,38		3,85	5,56	7,68																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		II	0,185	0,20	0,30	0,41		0,63	0,89	1,29		2,08	3	4,15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		III	0,25	0,15	0,22	0,30		0,46	0,66	0,95		1,54	2,22	3,08																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		IV	0,34	0,11	0,16	0,22		0,34	0,48	0,70		1,13	1,63	2,26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	b	I	0,46	0,08	0,12	0,16		0,25	0,36	0,52		0,84	1,21	1,67																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		II	0,63	0,06	0,09	0,12		0,18	0,26	0,38		0,61	0,88	1,22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		III	0,86	0,04	0,06	0,09		0,13	0,19	0,28		0,45	0,65	0,89																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		IV	1,17	0,03	0,05	0,06		0,1	0,14	0,2		0,33	0,47	0,66																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	c	I	1,59	0,02	0,03	0,05		0,07	0,1	0,15		0,24	0,35	0,48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		II	2,16	0,018	0,02	0,03		0,05	0,07	0,11		0,18	0,26	0,36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		III	2,9	0,01	0,019	0,026		0,04	0,06	0,08		0,13	0,19	0,26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		IV	4,06	—	0,013	0,018		0,03	0,04	0,06		0,09	0,14	0,19																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Planvorschub d. Gleitsteine	Zeiten für Plandrehen die gleichen																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

Die tabellarische Anordnung dient durch die angegebene Gleichung für q der Ermittlung des max. Spanquerschnittes.

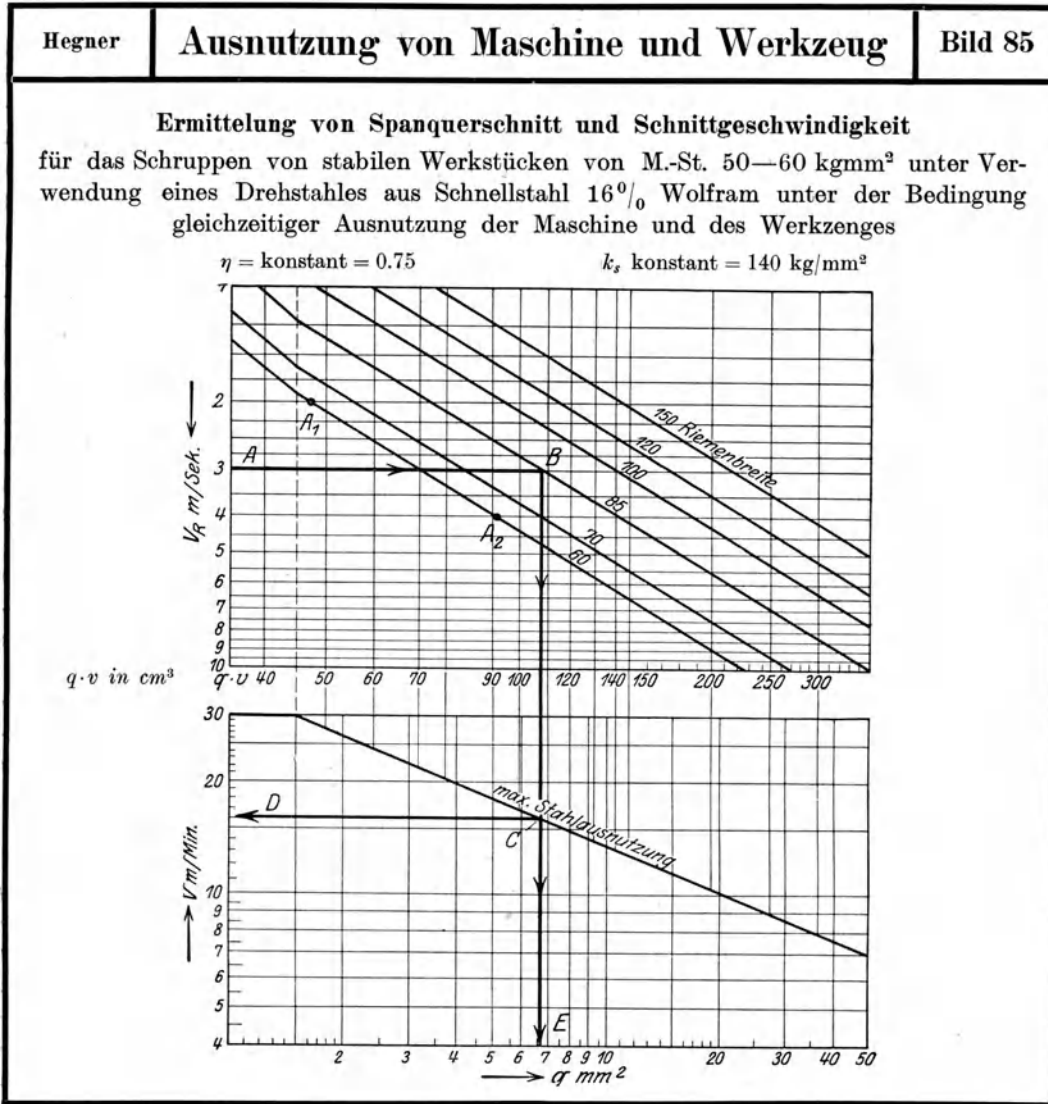
vornehmen müssen und dabei eine Schnittgeschwindigkeit von 17 m an unserer Maschine erreichen, so wäre nun noch zu überprüfen, ob diese Werte von v und q der Ausnutzung des Werkzeuges entsprechen. Man kann dies durch einen Blick in die Kurve Bild 79 feststellen; sie sagt, daß beim Schrumpfen eines Querschnittes $q = 6 \text{ mm}^2$ bei Maschinenstahl von 50 bis 60 kg/mm^2 Festigkeit unter Verwendung von Schnellstahl die für das Werkzeug wirtschaftlichste Geschwindigkeit 16,7 m/min ist. Wir haben durch den Zufall, daß wir in der Erstrebung des Richtwertes von 15 m/min auf der Maschine $v = 17 \text{ m/min}$ erreichten, die Ausnutzung des Werkzeuges gerade erzielt.

Wenn hier von einem Zufall gesprochen wird, so ist das natürlich nur als Extrem gedacht; denn die Richtwerte für v aus Tab. 22 entsprechen schließlich den üblichen Werkstattserfahrungen, die als Ausfluß wissenschaftlicher Untersuchungen von selbst dazu geführt haben, große Querschnitte mit kleinen Schnittgeschwindigkeiten und umgekehrt kleine Querschnitte mit großen Schnittgeschwindigkeiten abzutrennen. Aber dieser Hinweis, daß es schließlich doch ein Zufall ist, wenn wir hier Maschine und Werkzeug gleichzeitig durch die Wahl von v und die Errechnung von q ausnutzen, zeigt die Notwendigkeit, die Kalkulationsunterlagen zur Berechnung von q und v so auszubilden, daß sich die Beziehungen zwischen Ausnutzung des Werkzeuges und Ausnutzung der Maschine zwangsläufig ergeben.

Außerdem ist die in E III a bis c S. 133—141 gezeigte Art der Berechnung des maximalen Querschnittes insofern umständlich, als für jede Maschine besonders eine immerhin komplizierte Rechnung aufgemacht werden muß. In Tabelle 85 ist ein Weg gezeigt, auf dem man für Maschinen jeder Durchzugskraft die Querschnitte finden kann, die sowohl die Ausnutzung des Werkzeuges wie der Maschine bedeuten. Grundlegend für die Einzeichnung der Kurvenschar ist die bereits in Bild 79 entwickelte Kurve, die die Ausnutzung des Werkzeuges, in diesem Falle Schnellschnittstahl von 16% Wolfram, beim Schrumpfen von SM-Stahl von 50 bis 60 kg/mm^2 Festigkeit darstellt. Diese Kurve von Tabelle 79 ist hier in das untere logarithmische Netz eingetragen und erscheint infolgedessen als eine Gerade.

Es sei wiederholt, daß diese Kurve auf zahlreichen Versuchen aufgebaut ist, die für den Spanquerschnitt von 10 mm^2 z. B. ergeben haben, daß mit einer Schnittgeschwindigkeit von 13,5 m gedreht werden kann (vergleiche Kurvenpunkt in Tafel 79 und 85 unten) unter der Bedingung, daß das Werkzeug ca. 45 Minuten aushält. Diese Kurve gibt durch die beiden Angaben des Querschnittes und der dazugehörigen Schnittgeschwindigkeit auch gleichzeitig dasjenige Spanvolumen in cm^3 an, das in einer Minute erzielt wird, d. h. es würde also das Abdrehen des Querschnittes von 10 mm^2 mit $v = 13,5 \text{ m/min}$ ein Spanvolumen von $q \cdot v = 135 \text{ cm}^3$ je Minute ergeben. Für einzelne Schnittgeschwindigkeiten und die dazu gehörigen Spanquerschnitte sind diese Spanmengen — übrigens auch schon aus Tab. 79 ersichtlich — ausgerechnet und in der Mitte zwischen dem oberen und unteren logarithmischen Netz als Zahlenwerte für $v \cdot q$ aufgetragen. Die Möglichkeit, auf diese Weise durch die Kurve die abgenommene Spanmenge zu finden, gibt den Ausgang zur Eintragung der im oberen Netz liegenden Kurvenschar, die die Leistung der Maschine darstellen sollen; denn die Spanmenge, bedingt durch die Ausnutzung des Werkzeuges, muß gleich sein der Spanmenge, bedingt durch die Ausnutzung der Maschine. Wenn man nun die Spanmengen solcher Maschinen verschiedener Durchzugskraft mit Hilfe der bisher bekannten Formeln (z. B. S. 135) berechnet und die Werte als Punkte einer Kurve (siehe S. 145 unten) in das obere Netz einträgt, so ist die Beziehung zwischen Durchzugskraft der Maschine und Haltbarkeit des Werkzeuges geschaffen.

Um nun dem Kalkulator die Handhabung der Tafel möglichst einfach zu gestalten, ist die Kennzeichnung der Leistung der Maschine nicht durch die übliche Angabe der PS-Zahl gegeben. Es ist dem Kalkulator ja in den meisten Fällen, namentlich bei Gruppenantrieben, unmöglich, die PS-Zahl festzustellen, die auf irgendeiner Stufe einer beliebigen Drehbank eingeleitet wird. Dazu sind umfangreiche Untersuchungen not-



wendig, die an jeder Drehbank auszuführen ein kostspieliges Unternehmen sein würde, oder aber er muß auf Grund der in Bild 81 entwickelten Formeln die PS-Zahl erst mühselig errechnen. Nun zeigt aber schon die Entwicklung auf Seite 135, daß die Durchzugskraft ebensogut darzustellen ist durch das Produkt:

Beanspruchung d.Riemens · Riemengeschwindigk. · Wirkungsgr., od. i. Formelgrößen = $P \cdot V_R \cdot \eta$.

Die Riemenzugkraft P läßt sich durch die Riemenbreite ohne weiteres bestimmen und V_R läßt sich an Hand der Tourenzahl und des Durchmessers entweder errechnen, oder noch einfacher, sie läßt sich vermittels billiger Hilfsmittel (Tachometer usw.) ermitteln. In der Riemenbreite und der Riemengeschwindigkeit sind also zwei für jeden Kalkulator sehr einfach festzustellende Elemente gegeben, auf denen er die Berechnung der Spanmenge, die zur Ausnutzung von Werkzeug und Maschine nötig ist, für alle in seinem Betrieb befindlichen Maschinen leicht ausführen kann.

Es sei wiederholt, daß die Spanmenge, die die Ausnutzung des Werkzeuges gewährleistet, durch die in Bild 79 entwickelte Kurve dargestellt wird, die hier im Bild 85 unten als Gerade erscheint (maximale Stahlausnutzung).

Die Spanmenge, die der Ausnutzung der Maschine entspricht, ist aus der Formel in Bild 81 $N_{st} = P \cdot V_R \cdot \eta$ wie folgt zu entwickeln:

$$q = \frac{60 \cdot 75 \cdot N_{st}}{k_s \cdot v}$$

$$q \cdot v = \frac{60 \cdot 75 \cdot N_{st}}{k_s}$$

$$q \cdot v = \frac{60 \cdot 75}{k_s} \cdot \frac{P \cdot V_R \cdot \eta}{75}$$

$P = p \cdot b =$ Riemenbreite \cdot spezifischer Riemenbeanspruchung pro 1 mm^2 .

Der Wert $q \cdot v$ hängt also ab von

- der Riemenbreite,
- der Riemengeschwindigkeit,
- dem Wirkungsgrad der Maschine,
- dem Wert von k_s .

Für jede Riemenbreite kann man P aus den Werten auf Seite 133 entnehmen, und zwar

für 60 mm Riemenbreite	war	$P = 72 \text{ kg}$
" 70 "	" "	$P = 84 "$
" 85 "	" "	$P = 110 "$
" 100 "	" "	$P = 150 "$

Die Riemengeschwindigkeit ist für jeden Kalkulationsfall entweder zu errechnen oder durch Tachometer festzustellen. Der Wirkungsgrad der Maschine ist als durchschnittlicher mit 0,75 angenommen, k_s ist auch hier wieder für alle Querschnitte konstant bewertet, um zunächst die Entwicklung im Prinzip zu zeigen, und zwar soll k_s wieder für Maschinenstahl von 50 bis 60 kg Festigkeit mit 140 kgmm^2 eingesetzt werden. Es ergibt sich nun

für Riemenbreite 60 mm	$q \cdot v = \frac{60 \cdot 75}{140} \cdot \frac{72 \cdot 0,75 \cdot V_R}{75} = 23 \cdot V_R \text{ cm}^3$
" " 70 "	$q \cdot v = \frac{60 \cdot 75}{140} \cdot \frac{84 \cdot 0,75 \cdot V_R}{75} = 27 \cdot V_R "$
" " 85 "	$q \cdot v = \frac{60 \cdot 75}{140} \cdot \frac{110 \cdot 0,75 \cdot V_R}{75} = 35,5 \cdot V_R "$
" " 100 "	$q \cdot v = \frac{60 \cdot 75}{140} \cdot \frac{150 \cdot 0,75 \cdot V_R}{75} = 47,5 \cdot V_R "$
" " 120 "	$q \cdot v = \frac{60 \cdot 75}{140} \cdot \frac{180 \cdot 0,75 \cdot V_R}{75} = 58 \cdot V_R "$
" " 150 "	$q \cdot v = \frac{60 \cdot 75}{140} \cdot \frac{225 \cdot 0,75 \cdot V_R}{75} = 71 \cdot V_R "$

Man rechnet nun für verschiedene Riemengeschwindigkeiten auf Grund dieser Werte das Spanvolumen $q \cdot v$ aus und findet beispielsweise folgende Spanmengen für Maschine mit

Riemenbreite 60 mm und für Riemenbreite 85 mm	
bei $V_R = 1 \text{ m}$	$= 23 \text{ cm}^3/\text{min}$ $35 \text{ cm}^3/\text{min}$
" $V_R = 1,5 "$	$= 34,5 "$ $54 "$
" $V_R = 2 "$	$= 46 "$ $73 "$
" $V_R = 2,5 "$	$= 58 "$ $91 "$
" $V_R = 3 "$	$= 70 "$ $108 "$
" $V_R = 4 "$	$= 92 "$ $144 "$
" $V_R = 5 "$	$= 115 "$ $180 "$

Man sucht nun diese Spanmengen auf der $q \cdot v$ -Skala in der Mitte auf, die ja bekanntlich die Spanmenge für das Werkzeug bedeutet, und trägt sie unter der entsprechenden Riemengeschwindigkeit als Punkte ein. So findet man z. B. für Riemenbreite 60 mm zur Riemengeschwindigkeit 2 m/sec den Punkt A_1 und zur Riemengeschwindigkeit 4 m den Punkt A_2 . Die Verbindung der so gewonnenen Punkte ergibt eine Kurve, die die durch Riemenbreite und Riemengeschwindigkeit bedingte Leistung der Maschine ausdrückt. Der

Gebrauch der Tafel 85 zur Feststellung von v und q für eine gegebene Maschine von 85 mm Riemenbreite bei 3 m/sec Riemengeschwindigkeit beim Schrumpfen von Maschinenstahl von 50—60 kgmm² Festigkeit mit Schnellstahl gestaltet sich wie folgt:

Gehe von der Riemengeschwindigkeitsskala 3 m/sec von A aus horizontal nach rechts bis zum Schnitt mit der Leistungskurve für die Maschine 85 mm im Punkte B . Die Spanmenge, die hier bei Ausnutzung der Maschine erreicht wird, ist 108 cm³ je Minute. Um die Ausnutzung des Stahles bei dieser Spanmenge zu finden, gehe vom Punkte B vertikal nach unten bis zum Schnittpunkt C mit der Leistungskurve für das Werkzeug; an diesem Punkte entspricht auch die Ausnutzung des Werkzeuges einer Spanmenge von 108 cm³/min. Diese Spanmenge wird nach der Kurve für das Werkzeug erreicht durch eine Schnittgeschwindigkeit von $v = 16$ m/min und einem Querschnitt von 6,6 mm². Die in die Kalkulation einzusetzenden Werte für v und q , die sowohl die Ausnutzung der hier benutzten Maschine als auch die des verwendeten Werkzeuges gewährleisten, würden also betragen für $v = 16$ m/min und für $q = 6,6$ mm².

Den Vorschub findet man wieder durch Division der Spananstellung in den Querschnitt, und man nimmt dann sowohl in bezug auf die Schnittgeschwindigkeit als auch in bezug auf den Vorschub diejenigen Werte, die durch die Maschinenkarte Bild 83 oder 84 als auf der Maschine vorhanden festgestellt wurden.

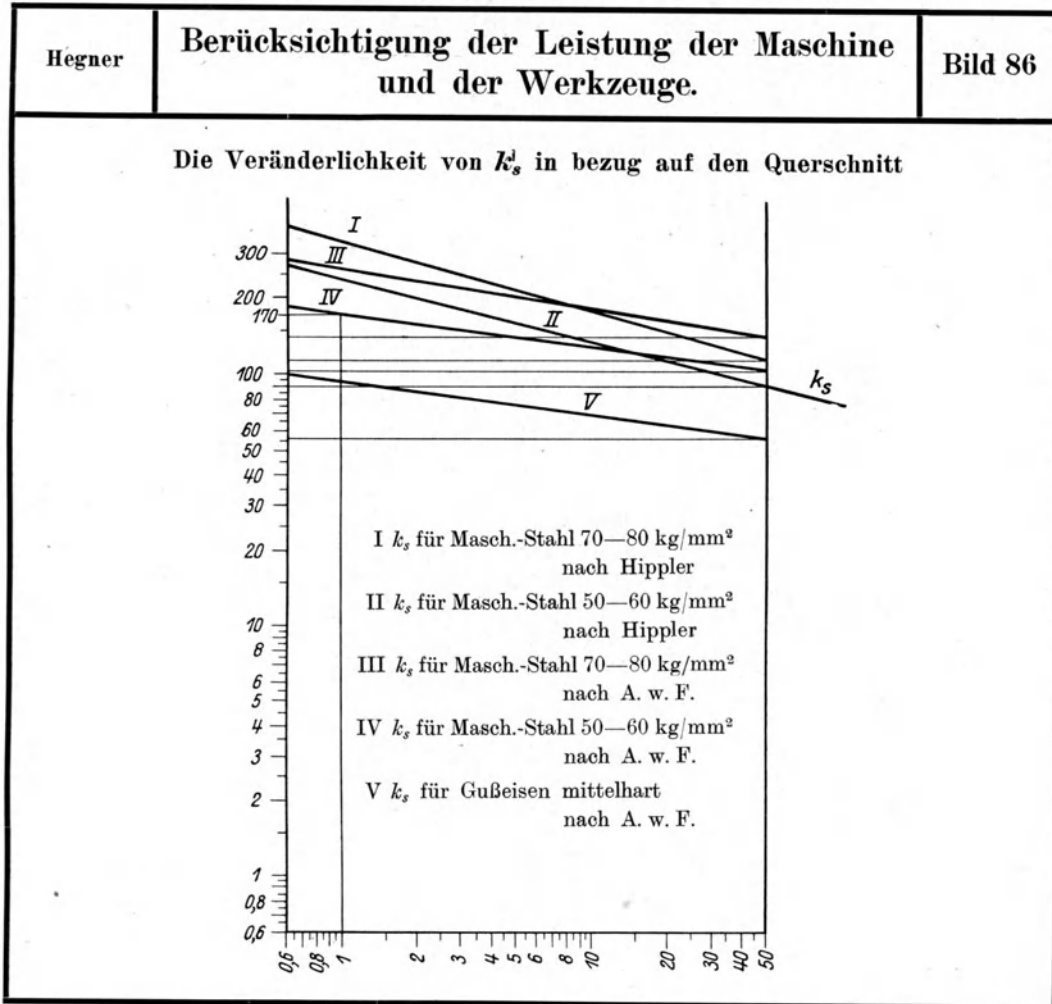
Der Vorteil dieser graphischen Darstellung ist, daß sie die Rechnung für jede einzelne Maschine erspart, daß man Werte für so viel Maschinen entwickeln kann, als man in der Werkstatt Gruppen auf Grund der Riemenbreiten gebildet hat und daß man vor allem auf eine einfache Weise ohne Rechnung Richtwerte für q und v findet, die der Ausnutzung von Maschine und Werkzeug entsprechen.

Die Errechnung der Maschinenzeit mit diesen Richtwerten, die durch die genauen Werte der Maschinenkarte korrigiert werden, ergibt — dies sei zur Wiederholung festgestellt — die durchschnittlich günstigste Herstellungszeit t_h für die Schnitarbeit.

e) Rechnungshilfsmittel für die gleichzeitige Berücksichtigung von Werkzeug und Maschine (k_s abhängig vom Querschnitt).

Alle bisher in dem Abschnitt E III $a-d$ angegebenen Wege sollen dem Kalkulator ein Hilfsmittel sein, um bei der Berechnung der Maschinenzeit die Ausnutzung der Maschine und des Werkzeuges zu berücksichtigen; es ist aber zweierlei dabei nicht beachtet worden: die Veränderlichkeit der Werte von k_s und η . Es ist schon mehrfach gesagt, daß die Rechnung mit einem für alle Querschnitte gleichbleibenden k_s den durch die neueren Forschungen gefundenen Ergebnissen nicht entspricht, die dahin gehen, daß der spezifische Schnittdruck um so größer wird, je kleiner der abgenommene Spanquerschnitt ist, und daß der spezifische Schnittdruck um so kleiner wird, je größer der abgedrehte Spanquerschnitt ist. Ebenso müssen die für den Kalkulator zum Ausrechnen von Schrumpfpänen geschaffenen Unterlagen die Möglichkeit in sich tragen, einen verschieden hohen Wirkungsgrad berücksichtigen zu können. k_s schwankt bei dem hier immer für die Rechnung benutzten Material von 50 bis 60 kgmm² Festigkeit nach den Ergebnissen von Hippler z. B. zwischen 90 kgmm² bei einem Querschnitt von 50 mm² und 250 kgmm² bei einem Querschnitt von 1 mm², Bild 86. Diese Werte von k_s für die beiden Querschnitte liegen nach Auffassung der Praxis zu weit voneinander entfernt; die Unterschiede kann man nach einigen Versuchen, die in letzter Zeit bei Berliner Werken unternommen sind, vielleicht um 30% verringern, um brauchbare Werte für die Kalkulation zu erhalten. Neuere Angaben von Kronenberg¹⁾ ergeben bei den oben genannten Querschnitten Werte von k_s von 126 kgmm² und 287 kgmm². Die Verschiedenheit der Zahlen zeigt aber doch, wie ungemein notwendig es ist, daß man diese Ergebnisse bei der Schaffung von Rechnungsunterlagen für die Vorkalkulation berücksichtigt. Wenn man die Hippler-

¹⁾ Kronenberg: Zerspanungslehre S. 250—251. Berlin: Julius Springer 1927.

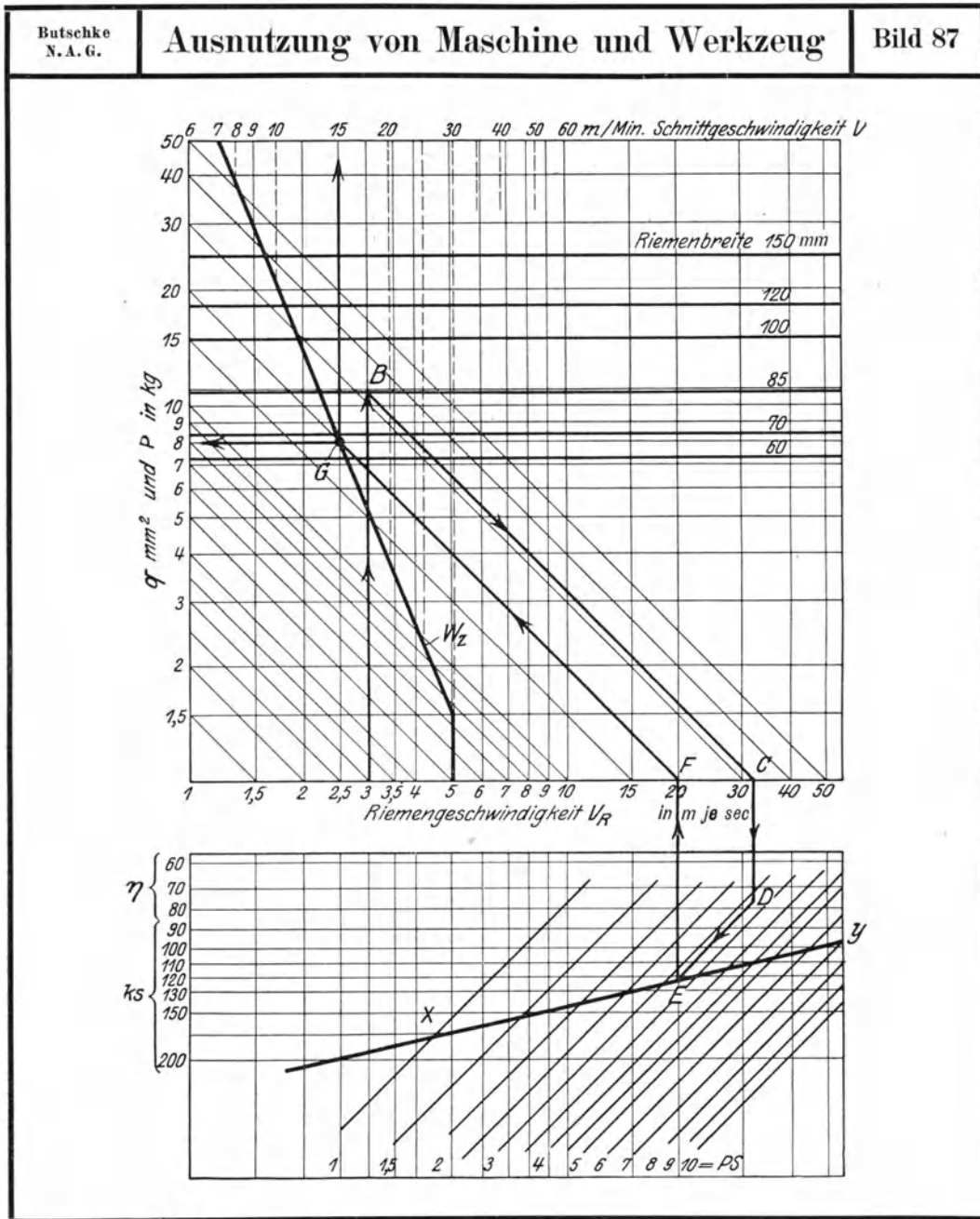


in welcher Art die Wahl des Querschnittes k_s beeinflusst, gibt eine Richtlinie, wie man wirtschaftlich zerspanen kann; man muß nämlich große Querschnitte nehmen, weil man bei großen Querschnitten einen geringeren Spanwiderstand hat und deshalb mit der gleichen Maschine ein viel größeres Spanvolumen herauszuholen in der Lage ist.

Die Aufgabe für uns ist nun die, dem Kalkulator für die Berücksichtigung der veränderlichen Werte von k_s in seiner Rechnung ein einfaches Hilfsmittel zu schaffen; das gleiche gilt für den Wirkungsgrad η . Bereits auf Bild 80 oder 81 ist gezeigt worden, daß der Wirkungsgrad verschieden ist, je nachdem man eine Drehbank oder Fräsmaschine mit oder ohne Vorgelege laufen läßt, daß schließlich die ganze Konstruktion der Maschine für seinen Wert ausschlaggebend ist. Wenn man also, wie es in Bild 85 geschehen ist, mit einem durchschnittlichen gleichbleibenden³ Wirkungsgrad rechnet, so trägt die errechnete Maschinenzeit natürlich Ungenauigkeiten in sich.

Die Richtlinien, nach denen die Kalkulationsunterlagen zur Berechnung der Maschinenzeit für das Schrumpfen unter Ausnutzung der Maschine und des Werkzeuges und unter Berücksichtigung der Veränderlichen k_s und η aufzubauen sind, sind folgende:

1. Der Ausgangspunkt für die Berechnung müssen möglichst einfach an der Maschine überprüfbare Elemente sein, die die in die Maschine eingeleitete Leistung erkennen lassen. Als solche haben wir bereits mehrfach die eingeleitete Riemengeschwindigkeit und die Breite des Antriebsriemens — beides leicht an der Maschine feststellbar — gefunden.



Werte gelten läßt, so würden bei ihrer Außerachtlassung Unterschiede von 50 bis 100% in bezug auf die Errechnung der Querschnitte zutage treten. Der oben gegebene Hinweis,

2. Es muß die Ausnutzung des Werkzeuges berücksichtigt werden können, ähnlich wie es Bild 79 und 85 darstellt.

3. Es muß die Möglichkeit gegeben sein, die zu den einzelnen Querschnitten gehörenden verschieden hohen Werte von k_s zu berücksichtigen.

4. Es muß die Möglichkeit gegeben sein, einen verschiedenen Wirkungsgrad der Maschine in Rechnung zu stellen.

In Bild 87 ist eine solche Unterlage auf einem logarithmischen Netz in graphischer

Form aufgezeichnet, die alle diese Bedingungen erfüllt. Die linke obere Skala zeigt die Querschnitte an und die Gesamtbeanspruchung P des Riemens in Kilogramm.

Es sind bei den Werten 72—84—110—150—180—250 kg starke Linien horizontal durch das Netz gezogen, die der Beanspruchung für Riemen von 60—70—85—100—120—150 mm Breite nach unseren bisherigen Annahmen von Seite 133 entsprechen. Die horizontale Skala in der Mitte gibt die in Frage kommenden Riemengeschwindigkeiten in m/sec an, die obere Skala die Schnittgeschwindigkeit v in m/min. In dieses obere Netz ist die Kurve W_z für die maximale Beanspruchung des Werkzeuges — eines Schnelldrehstahles beim Drehen von Material von 60—70 kg/mm² Festigkeit — eingezeichnet; es ist das die gleiche Kurve wie in Bild 79, jedoch erscheint sie auf dem logarithmischen Netz als gerade Linie wie in Bild 85. Wenn man also einen Querschnitt von 4 mm² drehen will, so findet man die Schnittgeschwindigkeit, die das Werkzeug ausnutzt, wenn man von der Querschnittlinie 4 mm² nach rechts bis zum Schnitt mit der Werkzeugkurve W_z geht und dann von diesem Punkt aus vertikal nach oben bis zum Punkt für 19,7 m/min, Werte also, die vollkommen übereinstimmen mit denjenigen auf Bild 79. Das zweite untere Liniennetz enthält in den schrägen Linien die auf Grund der Formel $N_{st} = P \cdot V_R$ gefundenen PS-Zahlen. Die Zahlen der linken unteren Skala bedeuten die verschiedenen Wirkungsgrade, und zwar sind sie von 60 bis 100⁰/₀ (= 0,6 bis 1) eingezeichnet. Die weiteren Zahlen der linken unteren Skala zeigen die verschiedenen Werte für k_s , für die hier 60 bis 200 kg/mm² angegeben sind. Der Abfall von k_s wird dargestellt durch die Schräge xy im unteren Netz; sie bedeutet den veränderlichen Wert von k_s und zwar in der Höhe von 170 kg/mm² für 1 mm² und 100 kg/mm² für 50 mm². Der Anfangspunkt $x = 170$ kg/mm² der k_s -Linie ist so gefunden, daß man vom Schnittpunkt der Werkzeugkurve W_z mit der Linie für $q = 1$ mm² ein Lot ins untere Netz fällt bis zum Schnitt x mit der k_s -Linie 170; analog ist Punkt y gefunden, ausgehend vom Querschnitt 50 mm².

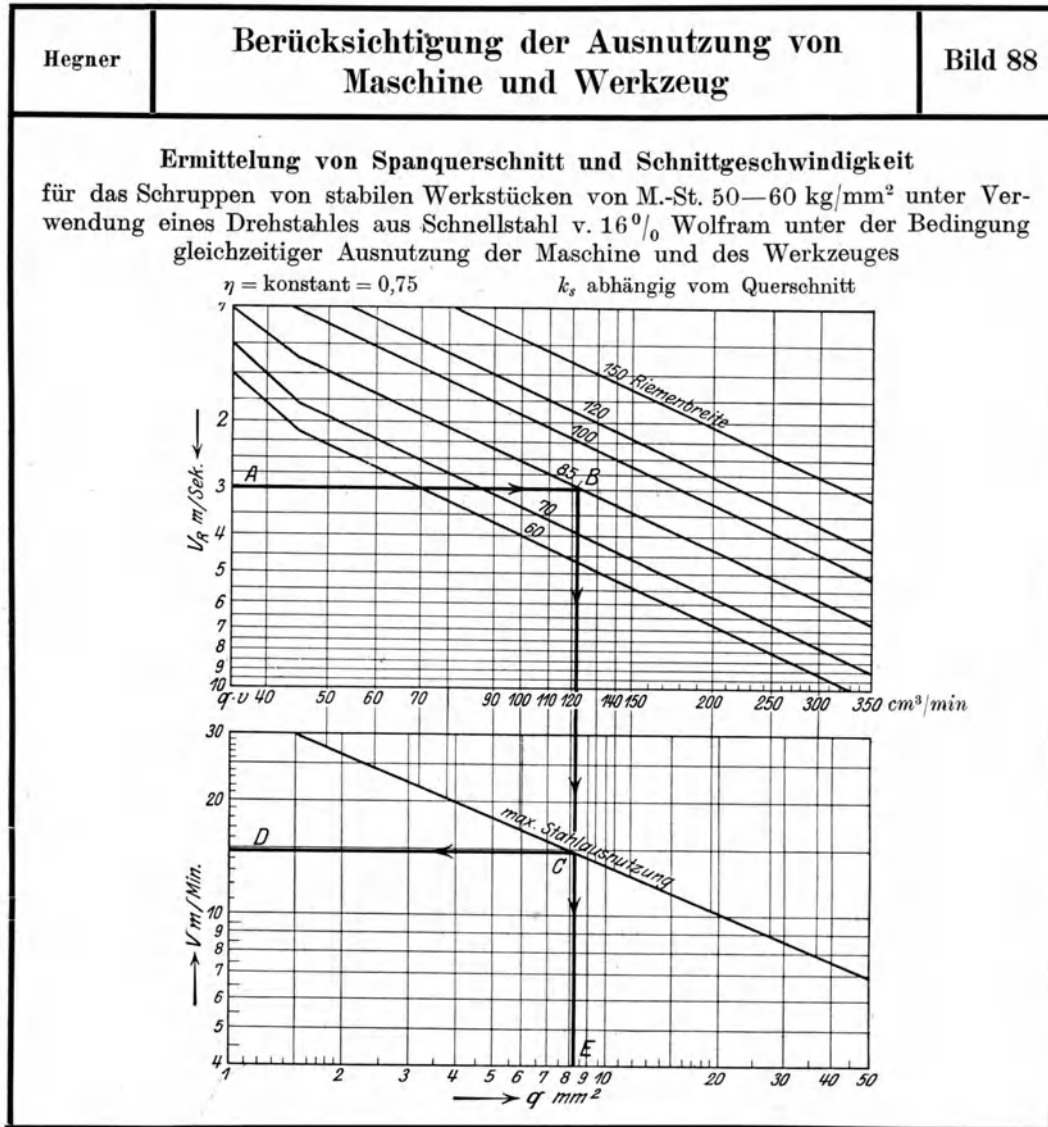
Die Kurven in der graphischen Darstellung und ihre Benutzung ergeben die Lösung der Gleichung

$$q \cdot v = \frac{60 \cdot 75 \cdot P \cdot V_R \cdot \eta}{k_s \cdot 75} \quad \text{von Seite 145.}$$

Der Gebrauch der Kurve zur Feststellung des in die Kalkulationsrechnung einzusetzenden Querschnittes gestaltet sich wie folgt:

Suche für eine Maschine von einem Wirkungsgrad 0,75 mit einem Riemen von 85 mm Breite, der mit einer Riemengeschwindigkeit $V_R = 3$ m/sec aufläuft, denjenigen Spanquerschnitt, der sowohl Maschine wie Werkzeug ausnutzt: Folge der Linie für die Riemenbreite 85 nach links bis zum Schnittpunkt B mit der der Riemengeschwindigkeit 3 m/sec entsprechenden Ordinate. Verfolge von B rechts abwärts die Schräge unter 45⁰ bis zum Punkt C an der unteren Abszisse, gehe von C vertikal in das untere Netz hinein bis zum Schnittpunkt D mit der Horizontalen, die dem Wirkungsgrad 0,75 entspricht. Verfolge weiter die unter 45⁰ abwärts gehende, die PS-Zahl der Maschine bedeutende Linie bis zum Schnittpunkt E mit der schrägen k_s -Linie. Gehe von E wieder vertikal nach oben bis zum Punkt F an der unteren Abszisse der oberen Skala, folge der von F ausgehenden Schrägen unter 45⁰ nach oben bis zum Schnitt G mit der Werkzeugkurve W_z . Von G aus findet man links horizontal an der Skala den Querschnitt 8 mm² und vertikal nach oben die Schnittgeschwindigkeit 15 m/je Min. Dieser Wert würde also derjenige sein, der die bei der Zerspanung zu berücksichtigenden Bedingungen erfüllt.

Es ist natürlich für einen Kalkulator, der aus dem Betrieb hervorgeht, ziemlich schwierig, sich auf die angegebene Weise den Spanquerschnitt zu ermitteln, den er in seine Rechnung einsetzen soll, um Maschine und Werkzeug auszunutzen; aber es ist ja selbstverständlich, daß eine Unterlage um so komplizierter wird, je mehr Bedingungen in ihr zu erfüllen sind. Soll sie einfacher gestaltet sein, muß man eine Bedingung herausnehmen und dafür mehrere solche graphischen Darstellungen machen. Dies ist in Bild 88



geschehen, wo das Liniennetz dadurch vereinfacht ist, daß es zwar den veränderlichen Wert von k_s , aber den Wirkungsgrad gleichbleibend mit 0,75 annimmt.

Sie basiert auf denselben Grundsätzen wie Bild 85, nur sind die Werte für v und q für die verschiedenen Riemen Geschwindigkeiten nicht errechnet mit einem gleichbleibenden k_s wie auf Bild 85, sondern auf Grund eines vom Spanquerschnitt abhängenden k_s , aus den Darstellungen der Tafeln 87 entnommen. Die Rechnung gestaltet sich wörtlich so wie bei Bild 85; sie folgt den Punkten A, B, C, D, E für die Lösung der Aufgabe: Finde den maximalen Querschnitt für das Schruppen von Maschinenstahl von 50 bis 60 kg/mm² Festigkeit auf einer Maschine von 85 mm Riemenbreite mit 3 m/sec Riemen Geschwindigkeit und Wirkungsgrad 0,75; die Lösung ergibt einen Querschnitt von 8 mm² und 15 m/min Schnittgeschwindigkeit.

Die Werte der Diagramme von Bild 88 sind für den allereinfachsten Gebrauch in Tabellenform in Bild 89 zusammengestellt; ebensogut können sie aus 87 entnommen werden, wenn hier für das Ablesen der Wirkungsgrade 75⁰/₀ benutzt wird. Die tabellarische Form hat natürlich den Nachteil, der bereits schon bei Bild 84 für Unterlagen in Tabellenform

Ausschuß für wirtschaftl. Fertigung		Ausnutzung von Maschinen und Werkzeug												Bild 89					
Tabellarische Ermittlung von Querschnitt und Schnittgeschwindigkeit für das Schruppen von stabilen Werkstücken v. M.-St. 50/60 kg/mm ² unter Verwendung eines Drehstahles aus Schnellstahl 16 ⁰ / ₀ Wolfram unter der Bedingung gleichzeitiger Ausnutzung der Maschine und des Werkzeuges																			
Riemenbreite		60			70			85			100			120			150		
		q	v	q·v	q	v	q·v	q	v	q·v	q	v	q·v	q	v	q·v	q	v	q·v
Riemengeschwindigkeit	1	0,6	30	18	0,7	30	21	1	30	30	1,5	30	45	2,1	26	55	3,9	20	78
	1,25	0,8	30	24	0,9	30	27	1,3	30	39	2,4	24,5	59	3,5	21,5	75	6,3	16	102
	1,5	1	30	30	1,2	30	36	1,9	28	53	3,5	21	75	5,1	18,1	92	9,4	13,8	130
	1,75	1,2	30	36	1,5	30	45	2,6	24	62	5	18	90	7,1	15,7	112	13	12	156
	2	1,4	30	42	1,9	27	51	3,5	21,7	76	6,6	16	106	9,6	14	134	17,6	10,7	188
	2,25	1,8	28	50,5	2,5	24,5	61	4,5	19,4	87	8,5	14,5	123	12,3	12,7	156	23	9,6	222
	2,5	2,2	26	57	3,2	22	70	5,7	17,5	100	10,7	13,2	141	15,5	11,5	179	28,5	8,7	248
	2,75	2,7	23,5	63,5	3,8	21	80	6,9	16	111	13	12,2	158	19	10,5	199	35	8	280
	3	3,3	22,5	74	4,5	19	86	8,1	15	126	15,8	11,2	177	23	9,7	222	43	7,4	318
	3,25	3,8	21	80	5,4	17,6	95	10	13,9	139	18,8	10,4	196	27,5	9,1	250	51	6,9	352
	3,5	4,5	19	85,5	6,3	16,5	104	11,7	12,9	151	22,5	9,8	220	32,5	8,5	276			
	3,75	5,2	18	94	7,3	15,5	113	13,5	12,2	165	26	9,2	239	37,5	8	300			
	4	6	17	102	8,3	14,7	122	15,5	11,5	178	29,5	8,8	260	43	7,5	323			
	4,25	6,8	16	109	9,5	13,9	132	17,9	10,9	195	33	8,3	274	49	7,1	348			
	4,5	7,7	15,4	119	10,7	13,2	142	20,5	10,4	214	38	7,8	296	56	6,8	381			
	4,75	8,7	14,7	128	12,1	12,6	152	23	9,9	228	43	7,5	322						
	5	9,6	14	135	13,4	12,1	162	26	9,5	247	48	7,1	340						
	5,25	10,6	13,4	142	15	11,6	174	28	9,1	255	53	6,9	366						
	5,5	11,7	12,9	151	16,5	11,1	183	32	8,7	278									
	5,75	12,9	12,4	160	18,4	10,7	197	34,5	8,4	290									
6	14,2	12	170	20,5	10,3	211	38	7,8	296										
6,25	15,5	11,5	178	22	10	220	42	7,8	328										
6,5	17	11	187	23,5	9,7	228	46	7,5	345										
6,75	18,2	10,8	196	26	9,4	244	50	7,3	365										
7	19,8	10,4	206	27,5	9,1	250	54		378										
7,25	21,5	10,1	215	30,5	8,8	268													
7,5	23	9,8	225	33	8,5	281													
7,75	24,5	9,6	235	34,5	8,3	286													
8	26,5	9,4	249	37	8	296													
8,25	28	9,2	258	39,5	7,8	308													
8,5	30	8,8	264	42,5	7,6	322													
8,75	32	8,6	275	45,5	7,4	336													
9	34	8,4	286	48	7,2	345													
9,25	36	8,2	295	51	7	357													
9,5	38	8	304																
9,75	40	7,8	312																
10	42,5	7,6	323																

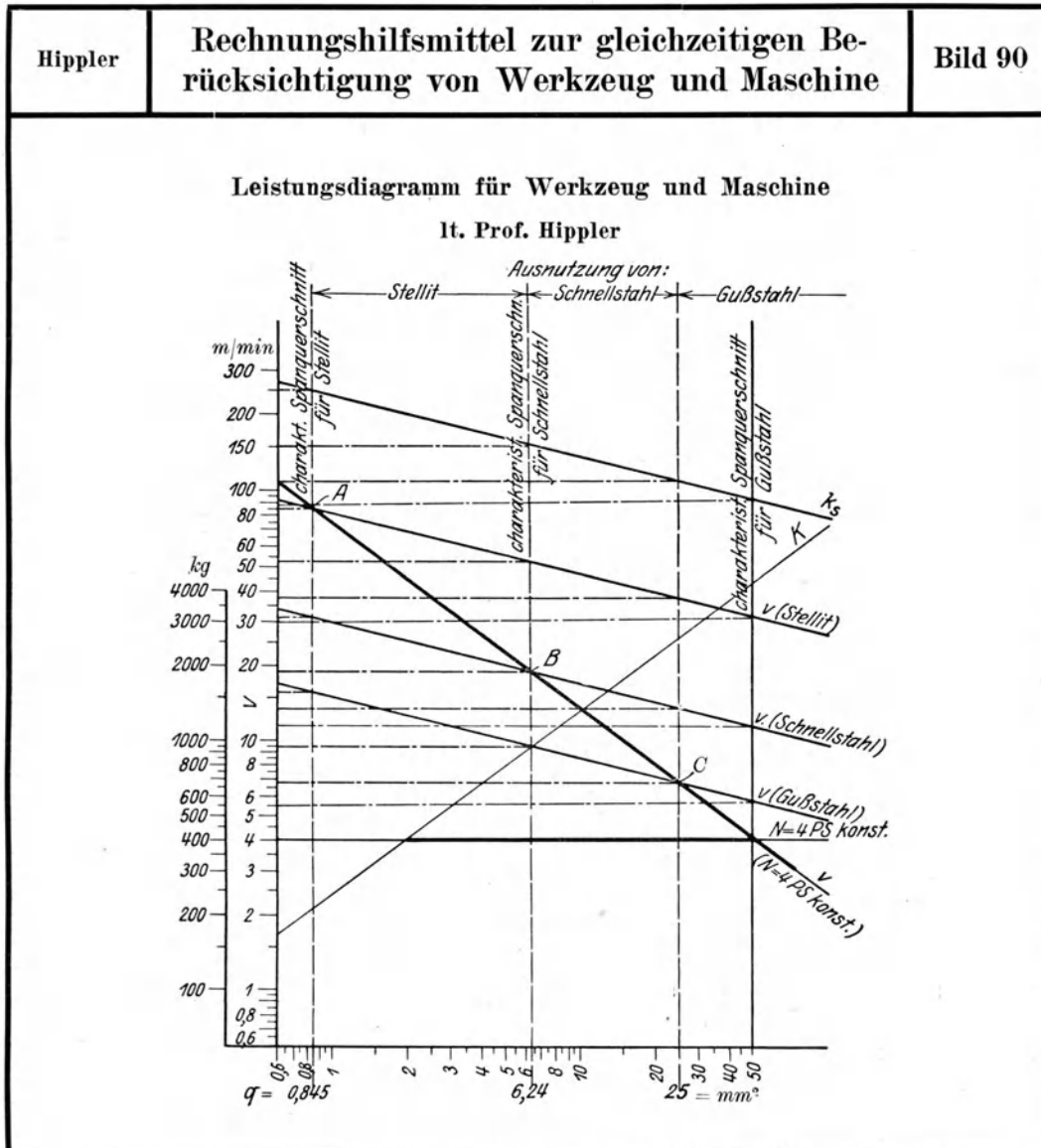
k_s abhängig v. Querschnitt
 $\eta = 0,75$ konstant

erwähnt ist: sie gibt nicht für alle Verhältnisse Zahlen, sondern weist Sprünge auf, die evtl. durch Interpolieren überbrückt werden müssen.

Im Anschluß an die vielen Wege, die hier von der Erfassung weniger bis zur Erfassung aller der Bedingungen gezeigt worden sind, von denen die Rechnung zur Ausnutzung von Werkzeug und Maschine abhängt, sei noch der Rechenschieber gedacht, die in den Handel gebracht sind. Den Rechenschiebern geht es wie den graphischen Tafeln, sie werden um so komplizierter, je mehr Bedingungen sie erfüllen sollen. Zudem gehen sie alle, falls sie die Leistung der Maschine berücksichtigen, immer von der PS-Zahl aus, also von einer Größe, die dem Kalkulator nur bei Maschinen mit direktem Motorantrieb bekannt ist, die er bei Maschinen mit Riemenantrieb erst durch Prüfung in der Werkstatt oder aber mit Hilfe einer der früher gezeigten Rechnungen schaffen muß. So sehr der Gebrauch einfacher Rechenschieber zu empfehlen ist, so wenig eignen sich komplizierte für die meist aus dem Betrieb hervorgegangenen Kalkulatoren. Nicht etwa, weil ihre Handhabung nicht zu erlernen wäre, aber das durch den Schieber errechnete Resultat kann in bezug auf die für das Einstellen der Skalen benutzten Werte für PS, v , s und k_s nicht kontrolliert werden. Die Unterlagen für die Berechnung der Schnittzeiten und Handzeiten müssen für den Gebrauch in der Kalkulation einfach sein und zwangsläufig in ihrer Anwendung. Am besten wird dies erreicht durch das Niederlegen der Rechnungswerte in tabellarischer oder allenfalls in besonders übersichtlicher graphischer Form. Die Hauptsache ist, daß die Benutzung der so niedergelegten, einmal gründlich geschaffenen Richtwerte bei der Rechnung als zwingende Vorschrift für den Kalkulator anzusehen ist. Wenn man schon die Handzeiten durch Zeitstudien genau erfaßt, so muß dieselbe Gründlichkeit bei der Berechnung der Maschinenzeiten obwalten.

Nicht vorübergehen möchte ich am Schluß dieser Abhandlung über die Berechnung der Maschinenzeit an den gründlichen und wertvollen Forschungen, die Professor Hippler-Kiel in seinem schon wiederholt genannten Werk: „Die Dreherei und ihre Werkzeuge“, erster Teil (Verlag Julius Springer) niedergelegt hat. Sie haben in der Hauptsache folgendes Ergebnis:

Jedes der heutzutage im Gebrauch befindlichen Werkzeuge: Gußstahl, Schnellstahl und Stellit, hat wenigstens beim Drehen sein besonderes Anwendungsgebiet in bezug auf die abzuhebenden Querschnitte, ein Anwendungsgebiet, innerhalb dessen es gemeinsam mit der Maschine wirtschaftlich ausgenutzt wird. Für das Abheben von besonders großen Querschnitten genügt der Gußstahl, für das Abheben mittlerer Querschnitte kommt der Schnellstahl und für das Abheben kleinerer Querschnitte das Stellit in Frage. In Bild 90, das aus dem erwähnten Werk von Hippler stammt, ist der Anwendungsbereich dieser drei Stahlarten auf Grund der Hipplerschen Rechnungen gezeigt. In diesem Diagramm bedeutet die stark ausgezogene v -Linie für $N = 4$ PS konstant diejenigen Schnittgeschwindigkeiten, die die Leistung der hier angezogenen Drehbank von 4 PS ausnutzen, falls mit ihr der auf der unteren Abszisse gezeigte Querschnitt gedreht wird. Die Bank würde also ausgenutzt, wenn man 15 mm^2 Querschnitt mit ca. 10 m/min Schnittgeschwindigkeit dreht. Quer durch das Diagramm sind drei Kurven gezogen, die — ähnlich der in Bild 79 gezeigten — diejenigen Schnittgeschwindigkeiten darstellen, die für einen darunter liegenden Querschnitt das Werkzeug ausnutzen, und zwar Stellit, Schnellstahl und Gußstahl. Wenn man an das Werkzeug die Bedingung stellt, stets so mit v und q belastet zu sein, daß sowohl das Werkzeug als auch die Maschine ausgenutzt ist, so sieht man, daß diese Bedingung für jedes Werkzeug nur an einer Stelle erfüllt wird, für Stellit an der Stelle A mit $q = 0,845$, für Schnellstahl an der Stelle B mit $q = 6,24$ und für Gußstahl an der Stelle C mit $q = 25 \text{ mm}^2$. Daraus folgt, daß für Querschnitte über 25 mm^2 Gußstahl verwendet werden kann, denn die den Gußstahl ausnutzende Schnittgeschwindigkeit für Querschnitte von 25 bis 50 mm^2 ist ca. 6,5 bis 5,5 m/min, sie liegt also höher als diejenige von 6,5 bis 4 m/min, mit der man die Maschine bei diesen Querschnitten ausnutzen kann. Es hat also keinen Zweck, Schnellstahl oder gar Stellit zu nehmen, denn diese verlangen zu ihrer Ausnutzung ja die noch höheren Schnittgeschwindig-



keiten von ca. 14 bis 11 resp. 38 bis 30 m/min. Für Querschnitte von 6,25 bis 25 qmm ist Schnellstahl zu verwenden, denn die Schnittgeschwindigkeiten für Gußstahl betragen für diese Querschnitte 9,5 bis 6,8 m/min und liegen somit unter denjenigen, die die Maschine ausnutzen, nämlich unter 10,5 bis 6,5 m/min; mit ihnen könnte man also die Leistungsfähigkeit der Maschine nicht erschöpfen. Die durch die Leistung der Maschine gegebenen Schnittgeschwindigkeiten von 19,5 bis 6,5 m/min für die Querschnitte von 6,25 bis 25 mm² liegen aber niedriger als diejenigen von 19,5 bis 14,5, die die Ausnutzung des Schnellstahles kennzeichnen, und deshalb ist für dieses Querschnittsgebiet der Schnellstahl das gegebene Werkzeug. Und endlich kommt als Verwendungsbereich für Stellite aus ähnlichen Erwägungen das Abdrehen von Querschnitten kleiner als 6,25 mm² in Frage.

Selbstverständlich wird dieser Bereich für die Wirtschaftlichkeit eines Werkzeuges anders, wenn die Maschine andere Leistungen hat, denn dann entsteht ja entsprechend der Maschine eine neue Linie für v , die für leistungsfähige Maschinen höher, für schwächere

tiefer liegt. Damit verschieben sich natürlich die Punkte A , B und C und somit auch der Querschnittsbereich für jedes Werkzeug.

Dies ist in kurzen Umrissen das Hauptergebnis der Hipplerschen Feststellungen.

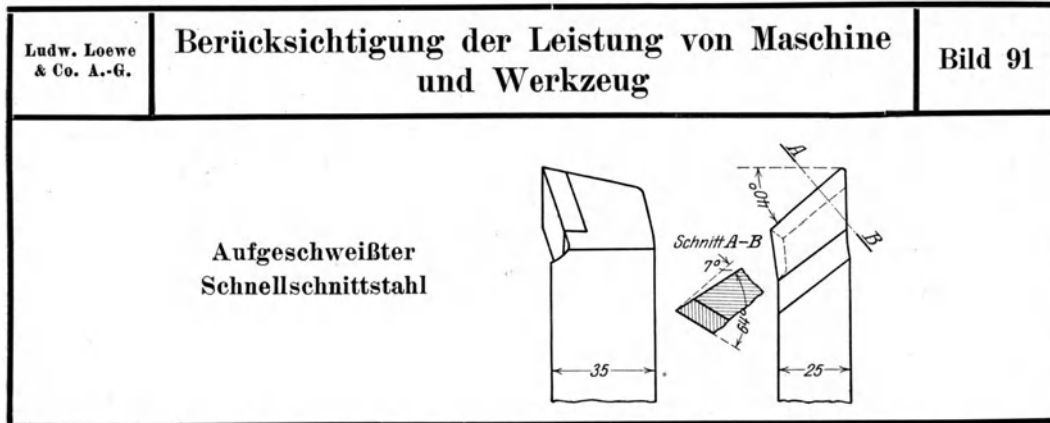
Wenn auch kein Zweifel darüber besteht, daß sie ebenso wertvoll wie im Prinzip richtig sind, wenn vielleicht höchstens die aus dem Diagramm ersichtlichen Zahlen durch neuere Forschungen¹⁾ andere Werte erhalten haben (vergleiche vor allem die k_s -Linien für Schnellstahl mit denen im Bild 86, dessen Werte kürzlich in der Praxis überprüft wurden), so ist die Nutzanwendung, die man aus dieser Theorie für die Fabrikation und vor allem für unseren Zweck, für die Kalkulation ziehen kann, nur beschränkt. Der praktisch erreichbare Nutzen, den die Befolgung der Theorie mit sich bringt, liegt darin, daß man beim Abdrehen großer Querschnitte an Stelle des teuren Schnellstahles den billigeren Gußstahl verwenden kann. Vorbedingung für diesen Vorteil ist jedoch, daß besonders große Querschnitte überhaupt vorhanden sind. Nun müssen aber — an dem Hipplerschen Diagramm gemessen — die Querschnitte, die für die wirtschaftliche Verwendung von Gußstahl in Frage kommen, bei der Ausnutzung einer Maschine von 4 PS Antriebskraft größer sein als 25 mm^2 , also so groß, wie sie meiner Kenntnis nach nur sehr selten vorkommen werden. Wenn sie vorkommen, dann sind die Werkstücke selten so gestaltet, daß sie derartig große Querschnitte aushalten würden; man muß also das abzuhebende Material von 25 mm^2 in zwei oder mehr Spänen abheben.

Noch ungünstiger gestalten sich die Verhältnisse für die Erreichung der lt. Hippler für Gußstahl nötigen großen Querschnitte, wenn man die Lehren des Diagramms 90 dort zur Anwendung bringen will, wo sie eigentlich hingehören, auf Schruppdrehbänken. Wir wollen uns z. B. vornehmen, auf einer Bank von 10 PS diejenigen Querschnitte zu erzeugen, die auf Grund des Hipplerschen Diagramms für die Benutzung von Gußstahlwerkzeugen in Frage kämen. Die in Bild 90 dargestellte v -Linie würde für die unten angegebenen Querschnitte natürlich viel weiter nach oben rücken, und infolgedessen würde der charakteristische Querschnitt für die Benutzung von Gußstahl — einem Hippler-Diagramm entnommen — 150 mm^2 sein, d. h. erst bei der Erzeugung eines Querschnittes von 150 mm^2 würden die Bedingungen, die Hippler durch das Diagramm ausdrückt, erfüllt sein, daß sowohl das Werkzeug aus Gußstahl als auch die Maschine ausgenutzt sein muß.

Zur Überprüfung der Durchführbarkeit dieses Diagrammergebnisses ist nun auf einer Bank von 10 PS durch systematische Vergrößerung des Querschnittes versucht worden, demjenigen von 150 mm^2 nahe zu kommen. Selbstverständlich wurde zu diesem Zweck ein vollkommen stabiles Werkstück aufgespannt, ein Werkstück, das in einer Welle von ca. 300 mm Durchmesser bestand und 500 mm lang war. Schon die Erzeugung des Querschnittes von 50 mm machte erhebliche Schwierigkeiten. Der auftretende Schnittdruck ließ die Reitstockspitzen derartig erzittern, daß das Stück bald aus den Spitzen herausgerissen wurde. Erst eine Vergrößerung des Körners auf einen Durchmesser von 35 mm ermöglichte ein einigermaßen ruhiges Arbeiten. Es zeigte sich jedoch weiter, daß bei Vergrößerung der Querschnitte über 50 mm die normale Mitnahme des Werkstückes durch Drehherz absolut nicht genügte. Auch mit den Backen der Planscheibe war die Welle nicht festzuhalten. Um überhaupt eine solche Spanabnahme erzielen zu können, mußte ein Loch in das Werkstück gebohrt und in dieses Loch ein fester Stift eingeschlagen werden. Die eingeleitete Antriebskraft zog die verlangte Hippler-Leistung sehr wohl durch, es versagte aber bereits bei 60 mm^2 das Werkzeug aus Gußstahl — ein Beweis, daß die Zahlenwerte der Kurve nicht als durchschnittlich erreichbare Dauerleistung anzusehen ist — und vor allen Dingen versagte die Supportkonstruktion. Außerdem ist es ja selbstverständlich, daß derartige Manipulationen zur Erzielung einer Mitnahme, wie sie hier geschildert werden, kaum jemals an einem Werkstück

¹⁾ Klopstock: Die Untersuchung der Dreharbeit. Werkstatttechnik 1923, Heft 23 u. 24.

²⁾ Kronenberg: Zerspanungslehre. Berlin: Julius Springer 1927.



vorgenommen werden können, und die Darstellung dieses Fabrikationsversuches dürfte also zur Genüge gezeigt haben, daß man bei der bisherigen Zerspanungsart bleiben soll, d. h. daß diejenigen Querschnitte, die man mit Schnellstahl erzeugen kann, meist noch zu groß sind, als daß sie vom Werkstück aufgenommen werden können. Die Erzeugung großer Querschnitte als Dauerleistung scheint durch ein anderes Forschungsergebnis in den Bereich der Wirklichkeit gerückt, nämlich durch eine von Dr.-Ing. H. Klopstock gefundene besondere Form der Stahlschneide.

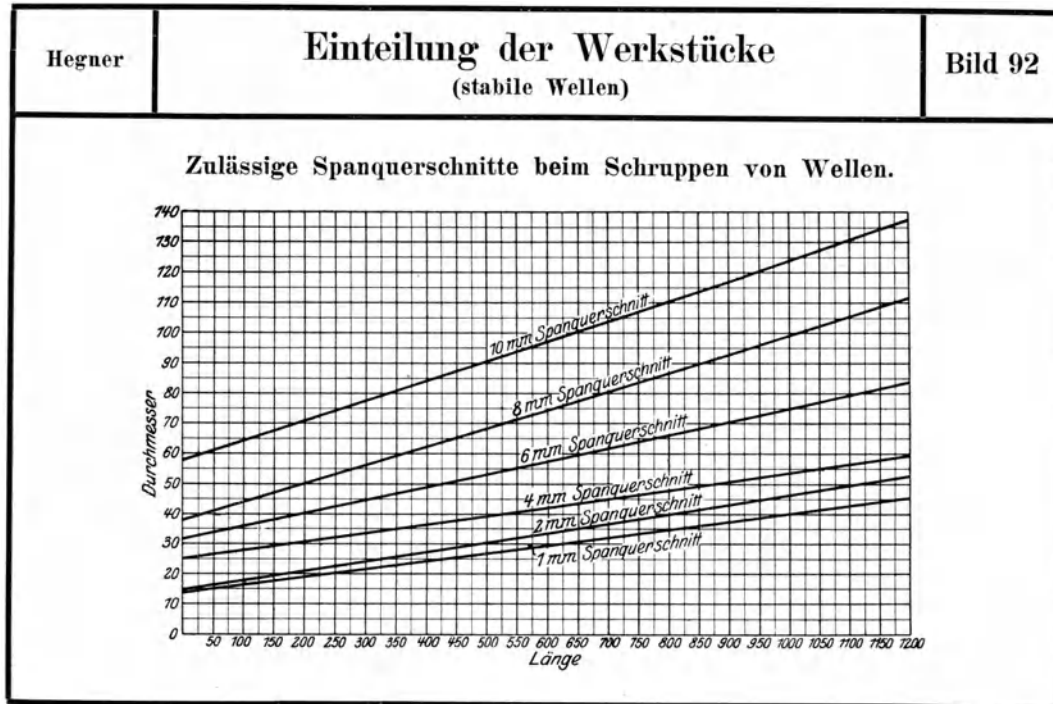
Das ohnehin seltene Vorkommen so großer Spanquerschnitte wird noch vermindert durch die Notwendigkeit, Material zu sparen. Unter den heutigen Verhältnissen wird man es nach Möglichkeit vermeiden, derartig große Querschnitte zu Spänen zu zerschneiden; man schmiedet solche Stücke lieber vor.

Endlich ist die Hauptfrage, die Wirtschaftlichkeit, d. h. die Feststellung, daß Gußstahlstähle billiger sind, sehr zu bezweifeln. Denn es fällt heute keinem fortgeschrittenen Werk ein, einen Schnellstahl aus vollem Material in die Maschine zu spannen. Die Schnellstähle werden durchweg in der Form von kleinen Plättchen auf Maschinenstahlhalter aufgeschweißt, siehe Bild 91, so daß also bei einem Stahl mit großem Querschnitt ein verhältnismäßig kleines Plättchen Schnellstahl in Frage kommt, während der Gußstahl nicht aufgeschweißt werden kann, sondern meist aus einem vollen Stück besteht.

So kommt es, daß der volle Gußstahl noch teurer wird als der aufgeschweißte Schnellstahl, und damit ist auch der wirtschaftliche Nutzen, den die Befolgung der Forschung Hipplers doch bezwecken soll, sehr zweifelhaft.

Wenn schließlich die Möglichkeit besteht, an Stelle des vollen Gußstahles auch Gußstahlplättchen zu verwenden, die vielleicht auf einen Maschinenstahlhalter aufgelötet werden, so spielt der Preis des dazu verwendeten Werkzeugstahles gegenüber dem gleichen Plättchen Schnellstahl kaum eine Rolle, weil es sich eben nur um Stahlplättchen von geringem Ausmaß handelt. Zudem hat der Schnellstahl auf jeden Fall den Vorteil, daß er bei Verwendung niedriger Schnittgeschwindigkeiten mehr geschont wird, daß er also dort länger schneidhaltig bleibt, wo nach dem Hipplerschen Diagramm Gußstahl genügt. Die Ersparnis, die man durch das weniger oft notwendige Schleifen des Stahles an Nebenzeiten hat, wiegt schließlich die geringen Mehrkosten des kleinen Schnellstahlplättchens gegenüber dem Gußstahlplättchen völlig auf.

Aus allen diesen Gründen dürfte die Nutzenanwendung der Hipplerschen Theorien für die Praxis sehr beschränkt sein. Sie haben jedoch mehr praktischen Wert in bezug auf die Feststellung der Grenzen des Verwendungsgebietes für Stellite und Schnellstahl. Sie beweisen das, was die Werkstatterfahrung bestätigt: für die Bearbeitung mit Stellitewerkzeugen können nur kleine Querschnitte in Frage kommen.



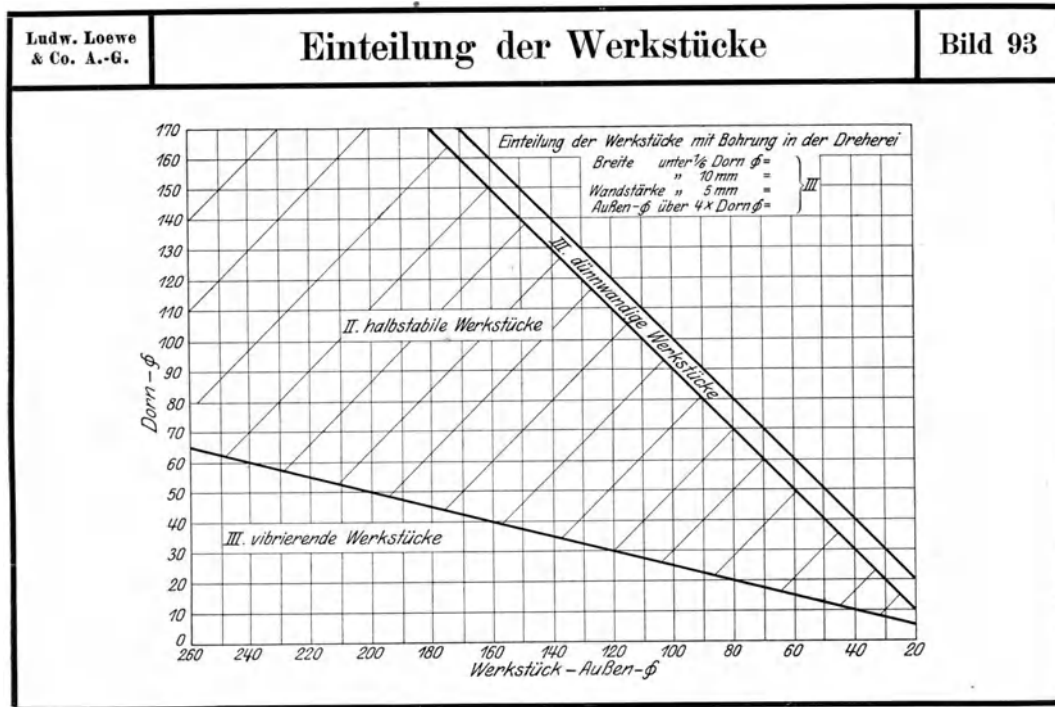
IV. Richtwerte für Schnittgeschwindigkeit und Vorschub unter Berücksichtigung der Widerstandsfähigkeit des Werkstückes.

a) Einteilung der Werkstücke.

Die eben gemachten ausführlichen Untersuchungen, die wir an der Drehbank zur Feststellung desjenigen Spanquerschnittes vornahmen, den der Kalkulator unter der Bedingung der völligen Ausnutzung der Maschine in seine Rechnung einsetzen soll, haben natürlich nur dann Anwendungsmöglichkeit, wenn das Werkstück die durch den Schnittdruck erzeugte Belastung aushält.

Der Nachdruck, der heutzutage auf die Ausnutzung der Maschine, also auf die Erzielung großer Spanquerschnitte gelegt wird, hat nur in sehr bedingtem Umfang seine Berechtigung. Immer wieder — und das muß vor allen Dingen betont werden — ist das Hauptstück bei der Kalkulation das Werkstück. Was nutzen die schwersten Maschinen, wenn das auf ihr zu drehende Werkstück, das vielleicht seiner Größe und Sperrigkeit wegen auf eine solche Maschine gehört, denjenigen Spanquerschnitt bei weitem nicht aushält, den die Maschine hergibt. In solchen Fällen hilft nur Vergrößerung der Schnittgeschwindigkeit unter Benutzung leistungsfähigerer Werkzeuge.

Die im vorigen Abschnitt gezeigten z. T. komplizierten Berechnungen des maximalen Querschnittes haben also nur für eine beschränkte Zahl von Fertigungsvorgängen ihre Berechtigung. Wenn es aber schon Schwierigkeiten machte, die Bedingungen der Durchzugskraft der Maschine für die Kalkulation auszuwerten, so werden die Schwierigkeiten beinahe unüberbrückbar, wenn es sich darum handelt, diejenigen Querschnitte festzustellen, die das Werkstück aushalten kann. Man ist hier meist angewiesen auf das Urteil des Praktikers, und gerade aus diesem Grunde wird der aus der Praxis stammende Kalkulator niemals zu entbehren sein. Rechnerische Untersuchungen über diejenige Zerspanungsbelastung, die man einem Werkstück zumuten kann, sind so komplizierter Natur und geben nur bedingt richtige Resultate, daß die für solche Rechnung aufgewendete Arbeit



meist vertan ist. An Stelle der Rechnung muß hier die Erfahrung oder besser der Versuch treten. Es fragt sich nur, wie die durch Versuch ermittelten Resultate zum Zwecke der Kalkulation praktisch zu Unterlagen ausgewertet werden. Da die Form des Werkstückes ausschlaggebend ist für die Größe des abzdrehenden Querschnittes, so ist der gegebene Weg der, daß man die Werkstücke ihrer Form nach in gewisse Gruppen teilt und für jede dieser Gruppen Spanquerschnitte oder besser Spanvolumen annimmt, die in der Zeiteinheit von ihrem Durchmesser abgedreht werden können.

Die Unterteilung der Werkstücke in solche Gruppen ist natürlich vollkommen abhängig von dem Fabrikationsgebiet; man dürfte jedoch meist damit auskommen, daß man drei Gruppen bildet:

- I. stabile Werkstücke,
- II. halbstarile Werkstücke,
- III. vibrierende Werkstücke.

Schwierig ist es, die Werkstücke auf die einzelnen Gruppen zu verteilen, und dem Urteil des Kalkulators bleibt es meist überlassen, zu entscheiden, ob ein Werkstück stabil, halbstaril oder vibrierend ist, und auf Grund welcher für die drei Gruppen normalisierten Spanmengen er die Maschinenzeit berechnen soll. Es seien im folgenden wenigstens einige Hinweise gegeben, um häufig wiederkehrende Werkstücksformen in die drei genannten Gruppen unterzubringen.

Wir haben im Verlaufe der Rechnung, besonders bei der Berücksichtigung des von der Maschine erzielbaren maximalen Spanquerschnittes davon gesprochen, daß diese Querschnitte nur stabilen Wellen zuzumuten sind. Die Frage, was eine stabile Welle ist, wird bedingt durch ihr Verhältnis vom Durchmesser zur Länge. Wir haben bei der Bildung von Erfahrungswerten bereits ein rohes Kriterium für die Feststellung, ob eine Welle stabil ist oder nicht, gegeben; es bestand darin, daß man eine Welle dann stabil nannte, wenn das Verhältnis von $D:L < 1:12$ war. Selbstverständlich ist das nur eine sehr rohe Unterscheidung. Ob eine Welle einen bestimmten Querschnitt aushält oder

nicht, hängt auch von der Größe des Spanquerschnittes ab, den man von ihr herunternehmen soll. Bild 92 zeigt nun eine auf Erfahrungswerten aufgebaute graphische Darstellung, die dem Kalkulator ein Mittel an die Hand geben soll, die Stabilität von Wellen roh festzustellen. Die Benutzung der Tafel geschieht wie folgt:

Es ist nach der Berechnung der Durchzugskraft der Maschine ein maximaler Querschnitt von 8 mm^2 an einer Welle von 90 mm Durchmesser abzdrehen. Man findet die Länge, die das Werkstück höchstens haben darf, damit man ohne Erschütterung den Querschnitt von 8 mm^2 abdrehen kann, dadurch, daß man links von der Durchmesserreihe 90 bis zum Schnitt mit der Spanquerschnittlinie 8 mm^2 geht und auf der unteren Abszisse die Länge 850 abliest.

Wenn das Werkstück eine Bohrung besitzt und in dieser Bohrung zum Bearbeiten auf dem Dorn aufgenommen wird, so wird es kaum möglich sein, es als stabil zu betrachten. Man wird derartige Werkstücke um so eher als halbstarile Werkstücke bezeichnen, weil sie meist noch sperrig sind, und weil das Haften auf dem Drehdorn nicht so groß ist, als daß erhebliche Spanquerschnitte heruntergenommen werden können. Bild 93 zeigt die Aufteilung der Werkstücke mit Bohrung in halbstarile und vibrierende. Die in den schraffierten Teilen liegenden Werkstücke sind als halbstarile bezeichnet. Es würde also ein Werkstück mit einer Bohrung von 50 mm und einem Durchmesser von 180 mm mit denjenigen Werten für v und q zu berechnen sein, die der für halbstarile Werkstücke als ertragbar gefundenen Spanmenge entsprechen. Zur Kalkulation eines Werkstückes mit der Bohrung 40 und dem Durchmesser 180 würde dagegen diejenige Spanmenge für die Bemessung von v und q benutzt werden, die für die vibrierenden Werkstücke als Norm aufgestellt ist. Die Größen von v und q , die man für das Abdrehen solcher Werkstücke benutzen kann, ist nicht nur bedingt durch das Verhältnis von Bohrung zum Durchmesser, sondern auch durch die Länge des Sitzes in den Bohrungen. Es sind für diesen Fall in Bild 93 gewisse Regeln durch Versuche aufgestellt, die auf Grund der Länge des Sitzes in den Bohrungen die Werkstücke einteilen. So würden z. B. Werkstücke mit einer Breite unter 10 mm ohne weiteres als vibrierende angesehen werden, ebenso solche, deren Breite geringer ist als ein Sechstel des Dorndurchmessers. Ferner werden Werkstücke, deren Außendurchmesser viermal größer ist als der Dorndurchmesser, als vibrierende betrachtet und unter Zugrundelegung der für vibrierende Werkstücke genormten Spanmengen kalkuliert.

Es ist natürlich die Bildung von Hilfsmitteln zur Unterteilung der Werkstücke in die genannten drei Gruppen dem Fabrikationsgebiet anzupassen. In der Hobelei würde z. B. maßgebend sein die Wandstärke der zu hobelnden Teile und vor allen Dingen die Entfernung der zu hobelnden Flächen von der Aufspannstelle. Meist aber bleibt es dem Kalkulator überlassen, durch die Beurteilung der Form und der Abmessungen des Werkstückes festzustellen, ob es als stabil oder vibrierend bezeichnet werden soll und welche Gruppe von Richtwerten für v und q er daher zu seiner Rechnung benutzen muß.

b) Bildung von Richtwerten für v und q für halbstarile und vibrierende Werkstücke.

Die Bildung von Werten für v und q , abhängig von der Stabilität der Werkstücke, sei wieder für die Dreherei durchgeführt, und zwar sowohl für Werkstücke aus Maschinenstahl von 50 bis 60 kg/mm^2 Festigkeit, als auch für solche aus Gußeisen.

1. Für stabile Werkstücke gilt für die Bemessung von v und q die schon häufig festgestellte Regel: v und q müssen so bemessen sein, daß sie Werkzeug und Maschine ausnutzen; stabile Werkzeuge halten jede Spanbeanspruchung aus. Hier dienen also zur Berechnung von v und q bei Maschinenstahl die Kurven 87, 88 oder die Tabelle 89.

2. Für halbstarile und vibrierende Werkstücke werden dagegen die in der Zeiteinheit abzunehmenden Spanmengen bestimmt sein durch die Form und Dimension der Werkstücke. Diese Spanmengen sind durch Versuche bei ähnlichen Werkstücken gleicher Gruppen festzustellen. Es kann dabei natürlich verkommen, daß — bei Verwendung

Hegner	v und q , abhängig von der Stabilität des Werkstückes														Bild 94											
II. Richtwerte für das Schruppen halbstabiler Wellen aus M.-St. 50 bis 60 kg/mm²																										
Durchmesser	bis 10 Ø				bis 25 Ø				bis 40 Ø				bis 60 Ø				über 60 Ø									
Spanvolumen cm ³ /min	7				13				20				28				35									
a	i	v	s	q	i	v	s	q	i	v	s	q	i	v	s	q	i	v	s	q	i	v	s	q		
2	1	13	0,25	0,50	1	20	0,32	0,64	1	22	0,45	0,90	1	22	0,60	1,20	1	22	0,80	1,60						
3	1	13	0,18	0,54	1	18	0,24	0,72	1	18	0,35	1,05	1	18	0,50	1,50	1	18	0,65	1,95						
5					1	15	0,18	0,90	1	15	0,25	1,25	1	15	0,35	1,75	1	15	0,45	2,25						
7									2	18	0,35	1,20	2	18	0,50	1,75	2	18	0,65	2,25						
10									2	15	0,25	1,25	2	15	0,35	1,75	2	15	0,45	2,25						
12													3	18	0,35	1,40	3	18	0,45	1,80						
III. Richtwerte für das Schruppen vibrierender Wellen aus M.-St. 50 bis 60 kg/mm²																										
Durchmesser	bis 10 Ø				bis 25 Ø				bis 40 Ø				bis 60 Ø				über 60 Ø									
Spanvolumen cm ³ /min	5,5				10				15,5				21				27									
a	i	v	s	q	i	v	s	q	i	v	s	q	i	v	s	q	i	v	s	q	i	v	s	q		
2	1	13	0,20	0,40	1	20	0,25	0,50	1	22	0,35	0,70	1	22	0,45	0,90	1	22	0,60	1,20						
3	1	13	0,14	0,42	1	18	0,18	0,54	1	18	0,27	0,81	1	18	0,35	1,05	1	18	0,50	1,50						
5					1	15	0,14	0,70	1	15	0,18	0,90	1	15	0,27	1,35	1	15	0,35	1,75						
7									2	18	0,27	0,94	2	18	0,35	1,22	2	18	0,50	1,75						
10									2	15	0,18	0,90	2	15	0,25	1,25	2	15	0,35	1,75						
12													3	18	0,25	1,00	3	18	0,35	1,40						
IV. Richtwerte für das Schlichten von Wellen aus M.-St. 50 bis 60 kg/mm²																										
Durchmesser	bis 25 Ø				26 bis 50 Ø				51 bis 100 Ø				über 100 Ø													
Arbeitsgang	a	i	v	s	q	i	v	s	q	i	v	s	q	i	v	s	q									
A. Drehen zum Schleifen	1	1	26	0,25	0,25	1	26	0,30	0,30	1	26	0,35	0,35	1	26	0,40	0,40									
	2	1	22	0,25	0,50	1	22	0,30	0,60	1	22	0,35	0,70	1	22	0,40	0,80									
B. Schlichten n. Schublehre	1	1	26	0,10	0,10	1	26	0,10	0,10	1	26	0,12	0,12	1	26	0,12	0,12									
C. Schlichten n. Tol.-Lehre	1	2	24	0,10	0,05	2	24	0,10	0,05	2	24	0,12	0,06	2	24	0,12	0,06									

einer wenig leistungsfähigen Maschine — die Werte für v und q für die halb stabilen Werkstücke höher sind, als die Maschine hergibt, dann ist selbstverständlich mit den durch die Durchzugskraft bestimmten Werten von q und v zu rechnen.

Wir haben bereits beim Bilden der Unterlagen auf Grund der Erfahrungswerte in Tafel 22 Richtwerte für das Schruppen von Maschinenstahl für halb stabile Werkstücke zusammengestellt. Entscheidend für die Bemessung von q und v waren die Spanmengen, deren Abnahme in einer Minute das Werkstück aushält. Es war für halb stabile Werk-

Ludw. Loewe & Co. A.-G.		v und q, abhängig von der Stabilität des Werkstückes										Bild 95		
Mat.: Gußeisen, mittelhart														
II. Richtwerte für das Schruppen halbstabiler Werkstücke														
Durchmesser		bis 65 mm Ø					bis 400 mm Ø				über 400 mm Ø			
Spanvolumen cm ³ /min		20					23				25			
Arbeitsgang		a	i	v	s	q	i	v	s	q	i	v	s	q
Schruppen		2	1	18	0,40	0,80	1	18	0,45	0,90	1	18	0,50	1,00
		3	1	15	0,40	1,20	1	15	0,45	1,35	1	15	0,50	1,50
		5	1	12	0,40	2,00	1	12	0,45	2,25	1	12	0,50	2,50
		7	2	15	0,40	1,40	2	15	0,45	1,55	2	15	0,50	1,75
		10	2	12	0,40	2,00	2	12	0,45	2,25	2	12	0,50	2,50
III. Richtwerte für das Schruppen vibrierender Werkstücke														
Durchmesser		bis 65 mm Ø					bis 400 mm Ø				über 400 mm Ø			
Spanvolumen cm ³ /min		15					17,5				20			
Arbeitsgang		a	i	v	s	q	i	v	s	q	i	v	s	q
Schruppen		2	1	18	0,30	0,60	1	18	0,35	0,70	1	18	0,40	1,80
		3	1	15	0,30	0,90	1	15	0,35	1,05	1	15	0,40	1,20
		5	1	12	0,30	1,50	1	12	0,35	1,75	1	12	0,40	2,00
		7	2	15	0,30	1,05	2	15	0,35	1,20	2	15	0,40	1,40
		10	2	12	0,30	1,50	2	12	0,35	1,75	2	12	0,40	2,00
IV. Richtwerte für das Schlichten														
Durchmesser		bis 65 mm Ø					bis 400 mm Ø				über 400 mm Ø			
Spanvolumen cm ³ /min														
Arbeitsgang		a	i	s	v	q	i	s	v	q	i	s	v	q
Drehen zum Schleifen		1	1	22	0,40	0,40	1	22	0,45	0,45	1	22	0,50	0,50
Schlichten nach Schublehre		1	1	22	0,15	0,15	1	22	0,20	0,20	1	22	0,25	0,25
Schlichten nach Tol.-Lehre		1	2	18	0,15	0,15	2	18	0,20	0,20	2	18	0,25	0,25

stücke aus Maschinenstahl

$$q \cdot v = \begin{array}{ccccc} \text{bis } 10 \text{ } \varnothing & \text{bis } 13 \text{ } \varnothing & \text{bis } 40 \text{ } \varnothing & \text{bis } 60 \text{ } \varnothing & \text{über } 60 \text{ } \varnothing \\ 7 & 13 & 20 & 28 & 35 \text{ cm}^3/\text{min}, \end{array}$$

für vibrierende Werkstücke aus Maschinenstahl ist

$$q \cdot v = \begin{array}{ccccc} \text{bis } 10 \text{ } \varnothing & \text{bis } 13 \text{ } \varnothing & \text{bis } 40 \text{ } \varnothing & \text{bis } 60 \text{ } \varnothing & \text{über } 60 \text{ } \varnothing \\ 5,5 & 10 & 15,5 & 21 & 27 \text{ cm}^3/\text{min}. \end{array}$$

Auf Grund dieser durch Versuche gefundenen Werte sind in Tabelle 94 II und III die

Richtwerte für v , q und s nach Spanhöhen geordnet zusammengestellt, die der Kalkulator zu seiner Rechnung benutzen muß.

Ähnlich sind für das Drehen von Gußeisen bei Werkstücken verschiedener Stabilität in Bild 95 Richtwerte gegeben. Als Kriterium für die solchen Werkstücken zuzumutende Spanabtrennung dient wieder das Spanvolumen, das sie beim Schruppen aushalten. Die Stabilität der Werkstücke hängt auch — besonders bei Arbeiten auf dem Drehdorn — von ihren Durchmessern ab; größere Durchmesser verlangen meist stärkere Drehdorne und können infolgedessen größere Querschnitte aushalten. Nach diesen Gesichtspunkten, die ihren Niederschlag in der graphischen Darstellung Bild 93 gefunden haben, sind auch für die Gußeisenbearbeitung für solche Werkstücke wieder zwei Gruppen vorgesehen, und zwar gilt für halbstarile Werkstücke

	bis 65 \varnothing	bis 400 \varnothing	über 400 \varnothing
$q \cdot v =$	20 cm ³ /min	23 cm ³ /min	25 cm ³ /min,

für vibrierende Werkstücke

	bis 65 \varnothing	bis 400 \varnothing	über 400 \varnothing
$q \cdot v =$	15 cm ³ /min	17,5 cm ³ /min	20 cm ³ /min.

Diese Werte für q und v sind (genau wie in Bild 94 für Maschinenstahl von 50 bis 60 kg Festigkeit) in der Tafel 95 für Gußeisen nach Spanhöhen unterteilt und die dem Querschnitt entsprechenden Verschiebe dann eingetragen. Man sieht durch Vergleich mit den Kurven 79 III, daß nicht einmal das Werkzeug geschweige denn die Maschine ausgenutzt ist; entscheidend ist hier eben das Werkstück, dessen Beanspruchungsmöglichkeit auf die hier geschilderte Weise berücksichtigt wurde.

c) Hilfsmittel zur Benutzung der Richtwerte von Abschnitt IV b.

Die weitere Benutzung der in Bild 94 und 95 gebildeten Richtwerte bei der Ausführung der Kalkulationsrechnung kann auf zweierlei Arten geschehen.

Ist die Organisation des Betriebes so eingerichtet, daß man die Maschine vorher genau bestimmen kann, auf der die Dreharbeit erledigt werden soll, oder handelt es sich um lange Maschinenzeiten, so wird mit Hilfe der Maschinenkarte Bild 30 oder der Tafel 84 die Rechnung ausgeführt; die Richtwerte erfahren dabei eine Korrektur, die den an der Maschine selbst erreichbaren Werten für v und s entspricht. Handelt es sich um eine Fabrikation, bei der kleine Laufzeiten in Frage kommen, und bei der die Werkstücke in besonders kleinen Stückzahlen ihrer Form nach häufig wechseln, so genügt es, mit Richtwerten selbst zu rechnen. Man kann dies in der Erwartung tun, daß die bei der Benutzung von solchen Durchschnittswerten nicht vorhandene Übereinstimmung mit den tatsächlich an der Maschine vorhandenen Verhältnissen durch die Verschiedenheit der Werkstücke nach oben und unten ausgeglichen wird. Für beide Fälle läßt sich die Benutzung der geschaffenen Richtwerte zum Zwecke der Kalkulationsrechnung erheblich weiter ausbauen und die Unterlagen können dann dem Kalkulator, wie wir sehen werden, in außerordentlich vereinfachter Form dargereicht werden.

Wir haben bereits in Bild 84 gezeigt, wie man die Rückseite der Maschinenkarte in eine tabellarische Form bringen kann und so die graphische Rechnung vermeidet. Will man also beispielsweise die Werte aus unserer Richttabelle 95 für das Drehen halbstabiler Werkstücke aus Gußeisen in Verbindung mit der Maschinenkarte zur Ausrechnung der Laufzeiten benutzen, so muß man wie folgt verfahren:

Berechne die Maschinenzeit t_n für das Schruppen eines Rades von 205 mm Durchmesser, einer Breite von 80 mm und einer Spanabnahme von 5 mm.

Nach Tafel 95 II ist der Richtwert für $v = 12$ m/min und für $s = 0,45$ mm. Für das Drehen von 205 mm Durchmesser mit ca. 12 m/min findet man auf Tafel 84 die Umdrehungszahl $n = 18$ und unter ihr bei Verwendung des nächsten Vorschubes 0,46 für 10 mm Länge 1,21 Minuten, für 80 mm also $8 \cdot 1,21 = 9,68$ Minuten.

Hegner		Drehzeiten abhängig von der Stabilität des Werkstückes									Bild 96	
Tabellarische Herrichtung der Maschinenkarte für Maschine lt. Bild 30 zur Errechnung von Drehzeiten für halbstarile und vibrierende Werkstücke auf Grund der Richtwerte der Tafel 95.												
Vorschübe: 0,1 — 0,185 — 0,25 — 0,34 — 0,46 — 0,63 — 0,86 — 1,17 — 1,59 — 2,16 — 2,9 — 4,06												
		↓ 210 ↓ 255 ↓ 300			↓ 210 ↓ 255 ↓ 300			↓ 210 ↓ 255 ↓ 300				
Vorgelege		ohne			1 : 3			1 : 10				
Umdrehungen		264	185	134	86	61	42	26	18	13		
Schruppen von halbstarilen Werk- stückes	2	$\left\{ \begin{array}{l} dw \\ s \\ t^* \end{array} \right.$	- 28 0,34 0,11	- 35 0,34 0,16	- 55 0,34 0,22	- 80 0,46 0,25	- 112 0,46 0,36	- 182 0,46 0,52	- 265 0,46 0,84	- 370 0,46 1,21	über 370 0,46 1,67	
		3	$\left\{ \begin{array}{l} dw \\ s \\ t^* \end{array} \right.$	- 20 0,34 0,11	- 30 0,34 0,16	- 47 0,34 0,22	- 67 0,34 0,34	- 97 0,46 0,36	- 158 0,46 0,52	- 230 0,46 0,84	- 320 0,46 1,21	über 320 0,46 1,67
			5	$\left\{ \begin{array}{l} dw \\ s \\ t^* \end{array} \right.$	- 17 0,34 0,11	- 24 0,34 0,16	- 34 0,34 0,22	- 52 0,34 0,34	- 73 0,46 0,48	- 110 0,46 0,52	- 172 0,46 0,84	- 248 0,46 1,21	über 248 0,46 1,67
	7	$\left\{ \begin{array}{l} dw \\ s \\ t^* \end{array} \right.$		- 20 2×0,34 0,22	- 30 2×0,34 0,32	- 47 2×0,34 0,44	- 67 2×0,34 0,68	- 97 2×0,46 0,72	- 158 2×0,46 1,04	- 230 2×0,46 1,62	- 320 2×0,46 2,42	über 320 2×0,46 3,34
		10	$\left\{ \begin{array}{l} dw \\ s \\ t^* \end{array} \right.$	- 17 2×0,34 0,22	- 24 2×0,34 0,32	- 34 2×0,34 0,44	- 52 2×0,34 0,68	- 73 2×0,34 0,96	- 110 2×0,46 1,04	- 172 2×0,46 1,62	- 248 2×0,46 2,42	über 248 2×0,46 3,34
	Schruppen von vibrieren- den Werk- stückes		2	$\left\{ \begin{array}{l} dw \\ s \\ t^* \end{array} \right.$	- 28 0,25 0,15	- 35 0,25 0,22	- 55 0,25 0,30	- 80 0,34 0,34	- 112 0,34 0,48	- 182 0,34 0,70	- 265 0,34 1,13	- 370 0,34 1,63	über 370 0,34 2,26
		3		$\left\{ \begin{array}{l} dw \\ s \\ t^* \end{array} \right.$	- 20 0,25 0,15	- 30 0,25 0,22	- 47 0,25 0,30	- 67 0,25 0,46	- 97 0,34 0,48	- 158 0,34 0,70	- 230 0,34 1,13	- 320 0,34 1,63	über 320 0,34 2,26
			5	$\left\{ \begin{array}{l} dw \\ s \\ t^* \end{array} \right.$	- 17 0,25 0,15	- 24 0,25 0,22	- 34 0,34 0,30	- 52 0,25 0,46	- 73 0,25 0,66	- 110 0,34 0,70	- 172 0,34 1,13	- 248 0,34 1,63	über 248 0,34 2,26
		7		$\left\{ \begin{array}{l} dw \\ s \\ t^* \end{array} \right.$	- 20 2×0,25 0,30	- 30 2×0,25 0,44	- 47 2×0,25 0,60	- 67 2×0,25 0,92	- 97 2×0,34 0,96	- 158 2×0,34 1,40	- 230 2×0,34 2,26	- 320 2×0,34 3,26	über 320 2×0,34 4,52
			10	$\left\{ \begin{array}{l} dw \\ s \\ t^* \end{array} \right.$	- 17 2×0,25 0,30	- 24 2×0,25 0,44	- 34 2×0,25 0,60	- 52 2×0,25 0,92	- 73 2×0,25 1,24	- 110 2×0,34 1,40	- 172 2×0,34 2,26	- 248 2×0,34 3,26	über 248 2×0,34 4,52
Drehen z. Schleifen	1	$\left\{ \begin{array}{l} dw \\ s \\ t^* \end{array} \right.$		- 30 0,34 0,11	- 43 0,34 0,16	- 62 0,34 0,22	- 94 0,46 0,25	- 137 0,46 0,36	- 218 0,46 0,52	- 320 0,46 0,84	über 320 0,46 1,21	
Schlichten nach Schublehre	1	$\left\{ \begin{array}{l} dw \\ s \\ t^* \end{array} \right.$	- 30 0,1 0,38	- 43 0,1 0,55	- 62 0,185 0,41	- 94 0,185 0,63	- 137 0,185 0,89	- 218 0,25 0,95	- 320 0,25 1,54	über 320 0,25 2,22		
Schlichten nach Passung	1	$\left\{ \begin{array}{l} dw \\ s \\ t^* \end{array} \right.$	- 28 2×0,1 0,76	- 35 2×0,1 1,10	- 55 2×0,185 0,82	- 80 2×0,185 1,26	- 112 2×0,185 1,8	- 182 2×0,185 2,6	- 265 2×0,185 4,16	- 370 2×0,185 6	über 370 2×0,25 6,2	
t* = t _n = Drehzeit für 10 mm Drehlänge												
Ist eine Spanabnahme von mehr als 1 mm für die drei letzten Schlichtarbeitsgänge zu erledigen, so werden die Späne über 1 mm als Schrappspäne abgenommen												

Man hat mit der für alle Rechnungen tabellarisch hergerichteten Maschinenkarte laut Bild 84 also immer noch die Unbequemlichkeit, sich aus der Richttabelle die Werte für Vorschub und Schnittgeschwindigkeit herauszusuchen, sie dann nach der Maschinenkarte zu korrigieren und kann dann endlich das Resultat entnehmen. Dieses Verfahren kann dadurch vereinfacht werden, daß man auf der Rückseite der Maschinenkarte gleich für die üblich vorkommenden Arbeitsgänge und Spannhöhen die Drehzeiten für 10 mm vorher errechnet und einträgt. Bild 96 zeigt die Umarbeitung der Rückseite der Maschinenkarte für die schnelle Errechnung der Drehzeit halbstabiler und vibrierender Werkstücke (und ebenso für das später entwickelte Schlichten laut Tafel 95 IV). Wir finden oben wieder die Drehzahlen und Vorschübe, die auf der Maschine vorhanden sind, links sind die Arbeitsvorgänge (Schruppen usw.) angegeben. (Die Entwicklung der Werte für Drehen zum Schleifen usw. wird in Abschnitt V gezeigt.)

Die Arbeitsvorgänge sind unterteilt nach den Spannhöhen, die üblicherweise an halb-stabilen und vibrierenden Werkstücken in der vorliegenden Werkstatt abzuheben sind, und zwar sind sie meist bestimmt durch die Materialzugabe. Für jede Drehzahl ist auf Grund der Richtwerte für v von Tabelle 95 der Durchmesserbereich festgestellt, der mit dieser Stufe gedreht werden kann, damit man der Richtgeschwindigkeit möglichst nahe kommt. Es geschieht dies ähnlich wie bei dem auf S. 161 unten gerechneten Beispiel auf Grund der Tafel 84, oder auf Grund des Sägediagramms Bild 28. Unter dem Durchmesserbereich für jede Drehzahl ist der Vorschub eingetragen, der dem Richtwert am nächsten liegt, und endlich findet man unter der Vorschubzahl die Drehzeit für 10 mm Drehlänge, ausgerechnet aus n und s , oder entnommen aus Bild 84. Die im Anfang des Abschnittes gestellte Aufgabe, die Schrappzeit für das Abdrehen des Rades von 205 mm Durchmesser und 80 mm Länge bei Spannhöhe 5 zu finden, gestaltet sich sehr einfach wie folgt:

Man sucht in Tafel 96 unter „Schruppen von halb-stabilen Werkstücken“ bei der Spannhöhe 5 den Durchmesser 205 und findet die Drehzeit für 10 mm in der Rubrik — 248 mit 1,21 ohne jede Rechnung. Diese Zeit mit $\frac{80}{10}$ multipliziert, ergibt wie vorher 9,68. Die so eingerichtete Maschinenkarte gibt auf die einfachste Weise Resultate, die sowohl den Richtwerten als auch den Maschinenwerten entsprechen.

Die Ausrechnung der Karte ist natürlich eine umfangreiche Arbeit, denn man muß Karten für jedes zu bearbeitende Material (Maschinenstahl, Gußstahl, Bronze usw.) ausfüllen. Aber diese Arbeit braucht nur einmal für alle Zeiten gemacht zu werden, um für alle möglichen Kalkulationsaufgaben das genaue Resultat zu haben, ein Resultat, das sonst mit vieler Mühe von dem Kalkulator bei jeder einzelnen Kalkulationsrechnung gefunden werden muß. Wenn man bedenkt, wie oft der Kalkulator im Jahr aus der Richttabelle den Richtwert suchen, ihn auf die Maschinenkarte übertragen und dann die Zeit errechnen muß, wenn man bedenkt, daß dieser Vorgang sich tausende von Malen im Laufe des Jahres wiederholt, dann spart die einmal aufgewendete Arbeit für die Ausgestaltung der Karte laut Bild 96 unendlich viel Zeit, schaltet die persönliche Meinung des Kalkulators über v und s aus, vermeidet Rechen- und Ablesefehler und gibt den besten Fabrikationsverhältnissen entsprechende Resultate. Weiter kann eine derartige Tafel — vielleicht unter Fortlassung der Zeiten — dem Arbeiter als Arbeitsunterweisung für die vielfach gestalteten Arbeitsvorgänge in der kleinen Reihenfertigung an die Maschine gegeben werden.

Die zweite Möglichkeit, die Benutzung der Richtwerte zu vereinfachen, gilt für die Berechnung häufig wechselnder und kurzer Arbeitsvorgänge; hierbei kann man aus den auf S. 161 angeführten Gründen mit den Richtwerten selbst rechnen. Da hier die Berücksichtigung der genauen Drehzahlen und Vorschübe der verwendeten Maschine in Fortfall kommt, gestaltet sich die Herrichtung einer solchen Gebrauchstabelle noch bedeutend einfacher. In Bild 97 ist eine solche Tabelle entwickelt. Sie ist besonders für jeden Arbeitsvorgang (Schruppen, Drehen zum Schleifen usw.) auf Grund der Richtwerte aus Tafel 94 resp. 95 auszurechnen. Wenn man also die Laufzeit für einen solchen Dreh-

Ludw. Loewe & Co. A.-G.		Drehzeiten, abhängig von der Stabilität des Werkstückes						Bild 97	
Arbeitsgang: schruppen (Werkstück halbstabil) — Mat.: Gußeisen									
Spanttiefe in mm									
Ø	1						7	10	
	t_h für 10 mm	t_n je Fläche	t_h für 10 mm			t_n je Fläche	t_h für 10 mm		t_n je Fläche
25	—	I Ø drehen Länge | Zeit — 50 | — — 250 | — über 250 | — Seite drehen Länge | Anschlag mit/ohne — 50 | — | — — 250 | — | — über 250 | — | —	0,11	0,13	0,16	I Ø drehen Länge | Zeit — 50 | 0,20 — 250 | 0,21 über 250 | 0,30 Seite drehen Länge | Anschlag mit/ohne — 50 | 0,24 | — — 250 | 0,31 | — über 250 | 0,53 | —	0,26	0,32	I Ø drehen Länge | Zeit — 50 | 0,40 — 250 | 0,42 über 250 | 0,60 Seite drehen Länge | Anschlag mit/ohne — 50 | 0,48 | — — 250 | 0,62 | — über 250 | 1,06 | —
27	—		0,12	0,14	0,17		0,28	0,34	
28	—		0,12	0,14	0,19		0,28	0,34	
30	—		0,13	0,16	0,20		0,32	0,40	
32	—		0,14	0,17	0,21		0,34	0,42	
34	—		0,15	0,18	0,23		0,36	0,46	
36	—		0,16	0,19	0,24		0,38	0,48	
38	—		0,17	0,20	0,25		0,40	0,50	
41	—		0,18	0,22	0,28		0,44	0,56	
43	—		0,19	0,23	0,29		0,46	0,58	
46	—	0,20	0,24	0,30	0,48	0,60			
48	—	0,21	0,25	0,31	0,50	0,62			
51	—	0,22	0,26	0,33	0,52	0,66			
54	—	0,24	0,29	0,36	0,58	0,72			
57	—	0,25	0,30	0,37	0,60	0,74			
60	—	0,26	0,31	0,39	0,62	0,78			
64	—	0,27	0,32	0,40	0,64	0,80			
67	—	0,28	0,34	0,43	0,68	0,86			
72	—	0,29	0,35	0,44	0,70	0,88			
76	—	0,30	0,36	0,45	0,72	0,90			
80	—	0,31	0,37	0,46	0,74	0,92			
85	—	0,33	0,40	0,50	0,80	1,00			
90	—	0,35	0,42	0,53	0,84	1,06			
95	—	0,37	0,45	0,56	0,90	1,12			
100	—	0,39	0,47	0,59	0,94	1,18			
106	—	0,41	0,49	0,61	0,98	1,22			
112	—	0,43	0,52	0,65	1,04	1,30			
119	—	0,46	0,55	0,69	1,10	1,38			
126	—	0,49	0,59	0,74	1,18	1,48			
133	—	0,52	0,62	0,77	1,24	1,54			
140	—	0,54	0,65	0,81	1,30	1,62			
148	—	0,57	0,68	0,85	1,36	1,70			
157	—	0,61	0,73	0,91	1,46	1,82			
166	—	0,64	0,77	0,96	1,54	1,92			
175	—	0,68	0,82	1,03	1,64	2,06			
185	—	0,72	0,86	1,07	1,72	2,14			
196	—	0,76	0,91	1,14	1,82	2,28			
207	—	0,80	0,96	1,20	1,92	2,40			
219	—	0,85	1,02	1,27	2,04	2,54			
232	—	0,90	1,08	1,35	2,16	2,70			
245	—	0,95	1,14	1,42	2,28	2,84			

vorgang feststellen will, so hat man nur die dem Arbeitsvorgang „schruppen“ entsprechende Tafel aufzuschlagen. Man findet links den Durchmesser und sucht unter der Spannhöhe den Zeitwert für 10 mm Drehweg. Wir lesen also z. B. in der für das Schruppen von halb stabilen Werkstücken aus Gußeisen gültigen Tafel 97 für das Schruppen eines Spanes von 5 mm an einem Durchmesser 205 mm die Drehzeit für 10 mm Länge mit $t_h = 1,2$ Minuten ab. Die Errechnung dieses Wertes gestaltet sich beispielsweise wie folgt:

$$\text{Aus 95 II ist } t_h = \frac{D_a \cdot \pi \cdot L \cdot i}{v \cdot s} = \frac{207 \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 1}{12000 \cdot 0,45} = 1,2 \text{ Minuten.}$$

Die Tafel 97 enthält außerdem noch die zu jeder Spannhöhe zugehörige Nebenzeit. Diese Nebenzeiten stammen aus den auf Grund von Zeitstudien ermittelten Werten der Tabelle 74 und 75. Für das Drehen eines Spanes von 5 mm bei einem halb stabilen Werkstück von 205 mm Durchmesser wird also außer der Drehzeit für 10 mm Länge $t_h = 1,2$ Minuten eine Anstell- und Meßzeit t_n für den Schrupper von 0,43 Minuten angerechnet, falls nach Arbeitsmethode II (schwenkbarer Stahlhalter Bild 74, 75, 76) gearbeitet wird.

Wir finden also auf dieser vereinfachten Tafel ohne jede komplizierte Rechnung lediglich durch Ablesen die Maschinenzeit, berechnet mit den Richtwerten für v und s und weiter die dazugehörige Nebenzeit, entwickelt durch Zeitstudien.

Diese Ausgestaltung der Kalkulationsunterlagen dürfte zur Genüge dartun, daß die oft langwierigen Untersuchungen doch schließlich zu sehr einfach zu gebrauchenden und vor allem zu sorgfältig entwickelten Hilfsmitteln führen, mit denen nicht nur genau, sondern auch schnell die Rechnungen der Kalkulation zu erledigen sind.

V. Richtwerte für Schnittgeschwindigkeit und Vorschub unter Berücksichtigung der zu erzielenden Fertigungsgüte.

a) Entwicklung der Richtwerte.

Haben wir uns in den drei vorhergehenden Abschnitten über die Bewertung von Schnittgeschwindigkeit und Vorschub bei solchen Arbeitsgängen befaßt, die die größtmögliche Spanmenge abtrennen wollten (schruppen), so wollen wir jetzt Richtwerte schaffen für Arbeitsvorgänge, bei denen der Gütegrad den Ausschlag geben soll. Es sind dies alle Fertigungsvorgänge, die man unter der Gruppe „Schlichten“ zusammenfassen kann, bei denen es also weniger darauf ankommt, möglichst viele Späne herunterzunehmen, als vielmehr darauf, der Oberfläche ein gewisses Aussehen oder eine bestimmte Maßhaltigkeit zu geben. Derartige Arbeitsvorgänge sind in der Dreherei z. B. das Drehen zum Schleifen, das Schlichten ohne Passung (also nur das Blankdrehen), das Schlichten nach Passung (wobei zu untersuchen ist, wie fein die zu erzielende Passung sein muß), das Gewindeschneiden, das Reiben von Löchern usw. Bei der Aufstellung von Richtwerten für v und s für solche Arbeitsvorgänge ist lediglich die Erfahrung oder aber der Versuch maßgebend. Wir wollen nun untersuchen, welche Gesichtspunkte für die Bildung von Richtwerten für diese Schlichtoperationen maßgebend sein können.

Diese Arbeitsgänge werden meist in der Weise erledigt, daß man zunächst das Werkstück schrumpft und dann mit einem weiteren Schlichtspan auf das gewünschte Maß mit dem verlangten Fertigungsgrad dreht. Das Schruppen wird kalkuliert mit den in Abschnitt E III und E IV entwickelten Werten, je nachdem es sich um stabile, oder um halb stabile oder vibrierende Werkstücke handelt, und zwar wird der Schrupper aus den entsprechenden Tafeln so angenommen, daß noch 1 bis $1\frac{1}{2}$ mm über das endgültig zu erreichende Maß stehen bleiben. Als Spannhöhe für diese Schlichtvorgänge kommt also für die Schaffung von Richtwerten immer nur eine Spannhöhe von höchstens 1 mm in Frage, wenn die Teile vorgeschruppt werden. Höchstens bei der Fabrikation von kleinen und mittelgroßen Wellen kann man dann von einem Schruppen nicht sprechen, wenn das Material vorgewalzt ist und bis zur Maßeinreichung Spanhöhen von im ganzen 2 mm von dem gewalzten Durchmesser herunterzunehmen sind. Es wären also für

diesen Zweck für die Schlichtoperationen im äußersten Falle Richtwerte für v und s zu bilden für 2 Spanhöhen, nämlich für 1 und 2 mm. Eine Ausnutzung der Maschine in bezug auf die Leistungsfähigkeit kommt mit den normalen Schnelldrehstählen kaum in Betracht. Ein Blick auf Bild 79 zeigt, daß selbst zur Ausnutzung der schwächsten Maschinen für Querschnitte von 1 mm² Schnittgeschwindigkeiten über 40 m/min in Frage kämen, während wir höchstens 28—30 m/min für Schnellstahl von 16% Wolfram beim Drehen von Maschinenstahl im Dauerbetrieb kennen lernten. Will man also mit den kleinen durch das Drehen zum Schleifen usw. bedingten Querschnitten eine Ausnutzung erreichen, so muß man mit Stellite oder mit einem andern modernen Hochleistungsstahl drehen. Es sei dazu ausdrücklich bemerkt, daß Stellite nur für solche Drehoperationen zu verwenden ist, bei denen das Drehen eine blanke und saubere Oberfläche nicht erfordert. Es kommt also höchstens für das Drehen zum Schleifen in Frage, denn die hierbei vorgedrehte Oberfläche wird durch das Schleifen selbst noch veredelt und deshalb hat ihr Aussehen vorher keine Bedeutung. Für das Drehen zum Schleifen ist also Stellite das gegebene Werkzeug.

Die Schnittgeschwindigkeit würde also für die Schlichtoperationen so hoch zu wählen sein, wie das Werkzeug es irgendwie aushält und der Vorschub würde bedingt sein durch die Sauberkeit, die die Oberfläche nach dem Drehvorgang haben soll. Je nach der zu erreichenden Güte der Oberfläche sind nun, bedingt durch die in den Betrieben gemachten Erfahrungen, bereits auf Tabelle 94 für Maschinenstahl von 50 bis 60 kgmm² Festigkeit unter IV und in Tabelle 95 für mittelhartes Gußeisen unter IV solche Richtwerte für das Drehen zum Schleifen und für die übrigen Schlichtoperationen festgelegt. Bei ihrer Entwicklung ist für das lehrerhaltige Drehen die Spänezahl besonders zu berücksichtigen. Es ist ausgeschlossen, daß man ein Stück, das nach Toleranzlehre der Feinpassung z. B. gedreht werden soll, bei einer Spanhöhe von 1 mm mit einem Mal abdreht, der Dreher muß vielmehr, wenn enge Toleranzen einzuhalten sind (z. B. Toleranzen von 0,01 bis 0,03 mm) mehrere Späne einstellen, bis er den verlangten genauen Durchmesser erreicht, und diese Späne muß der Kalkulator natürlich bei seiner Rechnung berücksichtigen. Aus diesem Grunde finden wir in den Richttabellen 94 und 95 für solche Schlichtoperationen mehrere Späne berücksichtigt.

b) Hilfsmittel für die Benutzung der Richtwerte aus Abschnitt Va.

Die Dienstbarmachung dieser Richtwerte für die Kalkulationsrechnung geschieht auf die gleiche Weise, wie in Abschnitt E IV c beschrieben. Es richtet sich ganz danach, ob man infolge der Betriebsorganisation die Drehzahlen und Vorschübe an der Maschine genau benutzen muß, oder ob man mit den Richtwerten selbst als Durchschnittswerten bei kurzen wechselnden Arbeitsvorgängen rechnet. Für den ersten Fall ist auf Bild 96 in dem unteren Teil ähnlich wie für das Schrappen auch für jede Schlichtoperation die Drehzeit für 10 mm Länge ausgerechnet. Wenn nun an einem Werkstück zu schrappen und zu schlichten ist, so wird erst aus dem oberen Teil der Tabelle die Zeit für das Schrappen abgelesen; die Spanhöhe ist dann dabei so zu wählen, daß für die Schlichtoperation ein Span von 1 mm bleibt.

Beispiel:

Wie lange Zeit nimmt das Drehen des Durchmessers eines halb stabilen Rades aus Gußeisen in Anspruch, das auf 150 mm Durchmesser fertig geschlichtet werden soll; es ist eine Materialzugabe $Z_{da} = 5$ mm abzunehmen, verwendet ist Drehbank lt. Tabelle 96.

Schrappen lt. Tabelle 96 unter 5 mm Spanhöhe für 10 mm Drehlänge 0,84

Schlichten nach Schublehre unter 1 mm Spanhöhe für 10 mm Drehlänge 0,95

für 10 mm Länge $t_h = 1,79$

Die Nebenzeiten siehe Tabelle 74 auf Grund der Arbeitsmethode II

für 5 mm Spanhöhe und für Fertigdrehen $t_n = 1,43$.

Ludw. Loewe & Co. A.-G.		Drehzeiten, abhängig von der Stabilität des Werkstückes						Bild 98																																																																			
Arbeitsgang: drehen nach Schublehre (Werkstück halbstabil). — Mat.: Gußeisen																																																																											
Spantiefe in mm																																																																											
Ø	1	2 3 5			7 10																																																																						
	t_h für 10 mm	t_n je Fläche	t_h für 10 mm			t_n je Fläche	t_h für 10 mm	t_n je Fläche																																																																			
25	0,24	<table border="1"> <tr><td colspan="2">I</td></tr> <tr><td colspan="2">Ø drehen</td></tr> <tr><td>Länge</td><td>Zeit</td></tr> <tr><td>- 50</td><td>0,23</td></tr> <tr><td>- 250</td><td>0,31</td></tr> <tr><td>über 250</td><td>0,43</td></tr> <tr><td colspan="2">Seite drehen</td></tr> <tr><td>Länge</td><td>Anschlag mit/ohne</td></tr> <tr><td>- 50</td><td>0,27 —</td></tr> <tr><td>- 250</td><td>0,34 —</td></tr> <tr><td>über 250</td><td>0,56 —</td></tr> </table>	I		Ø drehen		Länge	Zeit	- 50	0,23	- 250	0,31	über 250	0,43	Seite drehen		Länge	Anschlag mit/ohne	- 50	0,27 —	- 250	0,34 —	über 250	0,56 —	0,35	0,37	0,40	<table border="1"> <tr><td colspan="2">I</td></tr> <tr><td colspan="2">Ø drehen</td></tr> <tr><td>Länge</td><td>Zeit</td></tr> <tr><td>- 50</td><td>0,43</td></tr> <tr><td>- 250</td><td>0,52</td></tr> <tr><td>über 250</td><td>0,73</td></tr> <tr><td colspan="2">Seite drehen</td></tr> <tr><td>Länge</td><td>Anschlag mit/ohne</td></tr> <tr><td>- 50</td><td>0,51 —</td></tr> <tr><td>- 250</td><td>0,65 —</td></tr> <tr><td>über 250</td><td>1,09 —</td></tr> </table>	I		Ø drehen		Länge	Zeit	- 50	0,43	- 250	0,52	über 250	0,73	Seite drehen		Länge	Anschlag mit/ohne	- 50	0,51 —	- 250	0,65 —	über 250	1,09 —	0,50	0,56	<table border="1"> <tr><td colspan="2">I</td></tr> <tr><td colspan="2">Ø drehen</td></tr> <tr><td>Länge</td><td>Zeit</td></tr> <tr><td>- 50</td><td>0,63</td></tr> <tr><td>- 250</td><td>0,73</td></tr> <tr><td>über 250</td><td>1,03</td></tr> <tr><td colspan="2">Seite drehen</td></tr> <tr><td>Länge</td><td>Anschlag mit/ohne</td></tr> <tr><td>- 50</td><td>0,75 —</td></tr> <tr><td>- 250</td><td>0,96 —</td></tr> <tr><td>über 250</td><td>1,62 —</td></tr> </table>	I		Ø drehen		Länge	Zeit	- 50	0,63	- 250	0,73	über 250	1,03	Seite drehen		Länge	Anschlag mit/ohne	- 50	0,75 —	- 250	0,96 —	über 250	1,62 —
I																																																																											
Ø drehen																																																																											
Länge	Zeit																																																																										
- 50	0,23																																																																										
- 250	0,31																																																																										
über 250	0,43																																																																										
Seite drehen																																																																											
Länge	Anschlag mit/ohne																																																																										
- 50	0,27 —																																																																										
- 250	0,34 —																																																																										
über 250	0,56 —																																																																										
I																																																																											
Ø drehen																																																																											
Länge	Zeit																																																																										
- 50	0,43																																																																										
- 250	0,52																																																																										
über 250	0,73																																																																										
Seite drehen																																																																											
Länge	Anschlag mit/ohne																																																																										
- 50	0,51 —																																																																										
- 250	0,65 —																																																																										
über 250	1,09 —																																																																										
I																																																																											
Ø drehen																																																																											
Länge	Zeit																																																																										
- 50	0,63																																																																										
- 250	0,73																																																																										
über 250	1,03																																																																										
Seite drehen																																																																											
Länge	Anschlag mit/ohne																																																																										
- 50	0,75 —																																																																										
- 250	0,96 —																																																																										
über 250	1,62 —																																																																										
27	0,26	0,38	0,40	0,43	0,54	0,60	0,61	0,69																																																																			
28	0,27	0,39	0,41	0,44	0,64	0,72	0,68	0,78																																																																			
30	0,29	0,42	0,45	0,49	0,68	0,78	0,72	0,82																																																																			
32	0,30	0,44	0,47	0,51	0,76	0,86	0,83	0,95																																																																			
34	0,32	0,47	0,50	0,55	0,87	0,99	0,87	0,99																																																																			
36	0,34	0,50	0,53	0,58	0,92	1,04	0,92	1,04																																																																			
38	0,36	0,53	0,56	0,61	0,96	1,08	0,96	1,08																																																																			
41	0,39	0,57	0,61	0,67	0,99	1,13	0,99	1,13																																																																			
43	0,41	0,60	0,64	0,70	1,06	1,20	1,06	1,20																																																																			
46	0,44	0,64	0,68	0,74	1,09	1,23	1,09	1,23																																																																			
48	0,46	0,67	0,71	0,77	1,12	1,28	1,12	1,28																																																																			
51	0,47	0,69	0,73	0,80	1,15	1,31	1,15	1,31																																																																			
54	0,48	0,72	0,77	0,84	1,19	1,37	1,19	1,37																																																																			
57	0,49	0,74	0,79	0,86	1,22	1,40	1,22	1,40																																																																			
60	0,50	0,76	0,81	0,89	1,26	1,44	1,26	1,44																																																																			
64	0,51	0,78	0,83	0,91	1,31	1,49	1,31	1,49																																																																			
67	0,51	0,79	0,85	0,94	1,41	1,61	1,41	1,61																																																																			
72	0,52	0,81	0,87	0,96	1,48	1,70	1,48	1,70																																																																			
76	0,54	0,84	0,90	0,99	1,58	1,80	1,58	1,80																																																																			
80	0,57	0,88	0,94	1,03	1,65	1,89	1,65	1,89																																																																			
85	0,61	0,94	1,01	1,11	1,73	1,97	1,73	1,97																																																																			
90	0,64	0,99	1,06	1,17	1,84	2,10	1,84	2,10																																																																			
95	0,68	1,05	1,13	1,24	1,95	2,23	1,95	2,23																																																																			
100	0,71	1,10	1,18	1,30	2,08	2,38	2,08	2,38																																																																			
106	0,75	1,16	1,24	1,36	2,19	2,49	2,19	2,49																																																																			
112	0,80	1,23	1,32	1,45	2,30	2,62	2,30	2,62																																																																			
119	0,85	1,31	1,40	1,54	2,41	2,75	2,41	2,75																																																																			
126	0,90	1,39	1,49	1,64	2,58	2,94	2,58	2,94																																																																			
133	0,95	1,47	1,57	1,72	2,72	3,10	2,72	3,10																																																																			
140	1,00	1,54	1,65	1,81	2,89	3,31	2,89	3,31																																																																			
148	1,05	1,62	1,73	1,90	3,04	3,46	3,04	3,46																																																																			
157	1,12	1,73	1,85	2,03	3,32	3,68	3,32	3,68																																																																			
166	1,18	1,82	1,95	2,14	3,39	3,87	3,39	3,87																																																																			
175	1,25	1,93	2,07	2,28	3,60	4,10	3,60	4,10																																																																			
185	1,32	2,04	2,18	2,39	3,81	4,35	3,81	4,35																																																																			
196	1,40	2,16	2,31	2,54	4,02	4,58	4,02	4,58																																																																			
207	1,47	2,27	2,43	2,67																																																																							
219	1,56	2,41	2,58	2,83																																																																							
232	1,65	2,55	2,73	3,00																																																																							
245	1,74	2,69	2,88	3,16																																																																							

Für den zweiten Fall der Rechnung mit den Richtwerten selbst ist für jeden Schlichtvorgang eine ähnliche Aufrechnung zu machen, wie es in Bild 97 für das Schruppen bei einer Anzahl von Durchmessern geschehen ist. Und zwar zeigt Bild 98 eine solche für alle Durchmesser ausgerechnete Tafel für das Drehen nach Schublehre für Gußeisen. Die Drehzeiten für 10 mm für jede Spanhöhe enthalten sowohl die Zeiten für das Schruppen wie für das Schlichten in einer Zahl zusammengefaßt. Man hat also nur eine Ablesung nötig. Die Nebenzeiten sind, wie für Tabelle 97 geschildert, aus Tafel 74 und 75 entnommen. Das Drehen nach Schublehre des oben genannten Rades von 150 mm \varnothing mit 5 mm Spanhöhe würde also unter der Durchmesserreihe 148 und unter Spanhöhe 5 mit $t_n = 1,9$ Min. zu finden sein. Die Nebenzeit t_n ergibt sich aus der rechts stehenden Tafel für den Fall, daß mit drehbarem Stahlhalter (Arbeitsmethode II lt. 74 und 75) gearbeitet wird, mit 1,43 Min. Es sei für diese Aufgabe die rechnerische Entwicklung der Tabellenwerte gegeben:

Nach Tafel 95 II ist für Schruppen von halb stabilen

$$\text{Werkstücken ca. 5 mm Spanhöhe} \quad v = 12 \quad s = 0,45$$

Nach Tafel 95 IV ist für Drehen nach Schublehre bei

$$1 \text{ mm Spanhöhe} \quad \dots \quad v = 22 \quad s = 0,20$$

$$\text{also } t_n \text{ für Schruppen für 10 mm Drehlänge} = \frac{148 \cdot \pi \cdot 10}{12000 \cdot 0,45} = 0,85 \quad (\text{s. auch Tafel 97})$$

$$\text{für Schlichten „ 10 „ „} = \frac{148 \cdot \pi \cdot 10}{22000 \cdot 0,20} = 1,05$$

$$\text{Sa.} \quad \underline{\quad \quad \quad} \quad 1,90 \text{ Min.}$$

VI. Berechnung der Maschinenzeiten bei gleichzeitiger Bedienung mehrerer Maschinen durch einen Arbeiter.

a) Bei gleichen Teilen auf mehreren Maschinen.

Es sei nun noch die Frage aufgeworfen: Wie verhält es sich mit der Kalkulation von Arbeitsvorgängen für den Fall, daß der Arbeiter nicht eine, sondern mehrere Maschinen bedient? Die Durchführung einer solchen Kalkulation ist verhältnismäßig einfach, sobald es sich um gleichbleibende Werkstücke auf beiden Maschinen handelt, sie ist aber kompliziert, ja rechnerisch genau undurchführbar, sobald die Werkstücke fortgesetzt wechseln. Das in Bild 99 A gegebene Schema für die Bedienung zweier Maschinen zeigt, daß bei gleichbleibenden Werkstücken 2 Maschinen von dem Arbeiter zu bedienen sind für den Fall, daß t_h gleich t_n ist. Er kann dann immer in der Zeit, in der an der einen Maschine die Maschinenzeit erledigt wird, für die zweite Maschine die Griffzeit erledigen. Der Arbeiter wird also die Zeit $t_{n1} + t_{n2}$ oder, da $t_n = t_h$ ist, die Akkordzeit für 1 Stück erhalten. Natürlich wird man in solchen Fällen einen besonderen Wert für t_v ermitteln, der höher als der übliche ist.

Das Schema B zeigt die Bemessung des Maschinenpreises für den Fall, daß dasselbe Werkstück auf 3 Maschinen gleichzeitig von demselben Mann hergestellt wird. Es zeigt sich, daß dies dann möglich ist, wenn t_h zweimal so groß wie t_n ist; der Mann kann während der Laufzeit der einen Maschine die anderen zwei bespannen und den Span anstellen. Bezahlt wird dem Mann dann die Gesamtzeit für 1 Stück mit einem entsprechenden Wert von t_p .

Schema C zeigt das Verhältnis von t_n und t_h , wenn 4 Maschinen zu bedienen sind; hier muß die Maschinenzeit dreimal so groß sein wie die Nebenzeit; der Arbeiter bekommt wieder nur ein Stück bezahlt mit einem besonders hohen Zuschlag für t_v . Es ergibt sich somit unter der Voraussetzung, daß dieselben Werkstücke auf mehreren Maschinen zu bearbeiten sind, folgende Regel:

Hegner	Bedienung mehrerer Maschinen	Bild 99
--------	------------------------------	---------

A. $t_h = 2$ Min.; $t_n = 2$ Min.; $t_h = t_n$: es können 2 Maschinen bedient werden

$t_h = 2$	$t_n = 2$	$t_h = 2$	$t_n = 2$	$t_h = 2$	$t_n = 2$	$t_h = 2$	Masch. I
$t_n = 2$	$t_h = 2$	$t_n = 2$	$t_h = 2$	$t_n = 2$	$t_h = 2$	$t_n = 2$	Masch. II

B. $t_h = 2$ Min.; $t_n = 1$ Min.; $t_h = 2 \cdot t_n$: es können 3 Masch. bedient werden

$t_n = 1$	$t_h = 2$	$t_n = 1$	$t_h = 2$	$t_n = 1$	$t_h = 2$	$t_n = 1$	$t_h = 2$	$t_n = 1$	Masch. I
$t_n = 1$	$t_h = 2$	$t_n = 1$	$t_h = 2$	$t_n = 1$	$t_h = 2$	$t_n = 1$	$t_h = 2$	$t_n = 1$	Masch. II
$t_n = 1$	$t_h = 2$	$t_n = 1$	$t_h = 2$	$t_n = 1$	$t_h = 2$	$t_n = 1$	$t_h = 2$	$t_n = 1$	Masch. III

C. $t_h = 3$ Min.; $t_n = 1$ Min.; $t_h = 3 \cdot t_n$: es können 4 Masch. bedient werden

$t_n = 1$	$t_h = 3$	$t_n = 1$	$t_h = 3$	$t_n = 1$	$t_h = 3$	$t_n = 1$	$t_h = 3$	Masch. I
$t_n = 1$	$t_h = 3$	$t_n = 1$	$t_h = 3$	$t_n = 1$	$t_h = 3$	$t_n = 1$	$t_h = 3$	Masch. II
$t_n = 1$	$t_h = 3$	$t_n = 1$	$t_h = 3$	$t_n = 1$	$t_h = 3$	$t_n = 1$	$t_h = 3$	Masch. III
$t_n = 1$	$t_h = 3$	$t_n = 1$	$t_h = 3$	$t_n = 1$	$t_h = 3$	$t_n = 1$	$t_h = 3$	Masch. IV

D. für Masch. I $\left. \begin{matrix} t_{ee} = 25 \\ t_n = 10 \\ t_h = 15 \end{matrix} \right\} 10 \text{ Stck.}$ für Masch. II $\left. \begin{matrix} t_{ee} = 30 \\ t_n = 20 \\ t_h = 25 \end{matrix} \right\} 5 \text{ Stck.}$

t_{ee}	t_n	t_h	t_n	t_h	Stillst	t_n	t_h	t_n	t_h	St	t_n	t_h	t_n	t_h	St	t_n	t_h	t_n	t_h	St	t_n	t_h	t_n	t_h	Masch. I
25	10	15	10	15		10	15	10	15		10	15	10	15		10	15	10	15		10	15	10	15	
Masch. II		$t_{ee} = 30$		t_n	t_h	St	t_n	t_h	St	t_n	t_h	St	t_n	t_h	St	t_n	t_h	St	t_n	t_h	St	t_n	t_h		
				20	25		20	25		20	25		20	25		20	25		20	25		20	25		

tatsächliche Arbeitsdauer = 345 Minuten

bezahlte Akkordzeit Masch. I = $t_{ee} + 10 \cdot t_n + 10 \cdot \frac{t_h}{2} = 25 + 10 \cdot 10 + 10 \cdot \frac{15}{2} = 200$

„ II = $t_{ee} + 5 \cdot t_n + 5 \cdot \frac{t_h}{2} = 30 + 5 \cdot 20 + 5 \cdot \frac{25}{2} = 192$

ist $t_h = t_n$ so sind 2 Maschinen zu bedienen,
 „ $t_h : t_n = 2:1$ „ „ 3 „ „ „
 „ $t_h : t_n = 3:1$ „ „ 4 „ „ „
 „ $t_h : t_n = x:1$ „ „ $x+1$ „ „ „

Zu bemerken ist dazu, daß natürlich t_n auch die Zeit enthalten muß, die der Arbeiter zum Weg von der einen zur anderen Maschine braucht.

Die eben genannten Bedingungen gelten auch dann, wenn die Laufzeit t_h eine Wenigkeit unter den genannten Verhältnissen bleibt. Zweckmäßig wird man in solchen Fällen die Laufzeit künstlich verlängern, falls man die Maschine nicht selbsttätig stillsetzen kann. Man verliert auf diese Weise ja nichts, denn die Ausnutzung der günstigsten Maschinenzeit bringt ja keinen Vorteil, denn die evtl. gesparte Zeit an t_h ist so gering, daß dem Arbeiter eine weitere Maschine zur Bedienung doch nicht übergeben werden kann. Wenn man im Gegenteil einen kleineren Vorschub nimmt, um die Zeit, während der der Arbeiter die Griffe an der zweiten oder dritten Maschine erledigt, für die maschinelle Bearbeitung auszunutzen, so strengt man Maschine und Werkzeug weniger an.

b) Bei verschiedenartigen Teilen auf mehreren Maschinen.

Wenn bei einer häufig wechselnden Fabrikation sich die Bedienung mehrerer Maschinen als notwendig erweist, so läßt sich für die Berechnung kaum eine Regel aufstellen, denn es variieren ja nicht nur die Maschinenzeiten, sondern auch die zu den einzelnen Maschinenzeiten gehörigen Stückzahlen, und außerdem liegt die Einrichtezeit dazwischen. Es bleibt in solchen Fällen nichts weiter übrig, als für die in der betreffenden Abteilung durchschnittlich vorkommenden Werkstücke die Haupt-, Neben- und Einrichteziten festzustellen, sie in einem Schema ähnlich Bild 99 D zusammenzustellen, aus dem man dann ungefähr die günstigste Anzahl der zu bedienenden Maschinen findet.

Die Berechnung der dem Arbeiter vorzugebenden Zeit geschieht dann in der Weise, daß man das Einrichten und die Handzeit für alle gleichzeitig von einem Mann bedienten Maschinen voll bezahlt, die Maschinenzeit für jedes einzelne Werkstück in der Weise kürzt, daß man sie durch die Anzahl der von dem Arbeiter bedienten Maschinen dividiert.

Beispiel:

Die Arbeit besteht

an der 1. Maschine aus	$t_{ee} = 25$ Min.
	$t_n = 10$ „
	$t_h = 15$ „
an der 2. Maschine aus	$t_{ee} = 30$ „
	$t_n = 20$ „
	$t_h = 25$ „

Die Summe der für die erste Maschine zu bezahlenden Zeit ist

$$t_{ee} + \frac{t_h}{2} + t_n, \quad \text{wobei } t_v \text{ und } t_m \text{ also nicht berücksichtigt ist,}$$

$$= 25 \text{ Min. f. d. Einrichtezeit} + (7,5 + 10) = 17,5 \text{ Min. f. d. Stückzeit } t_g \text{ lt. Schema 2.}$$

Die Summe der an der zweiten Maschine zu bezahlenden Zeit ist

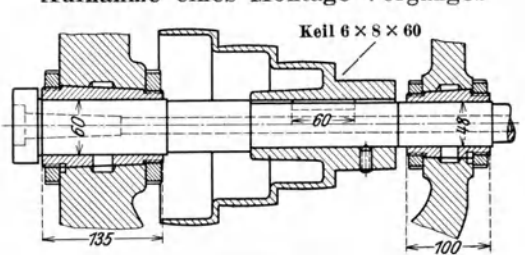
$$t_{ee} + \frac{t_h}{2} + t_n, \quad \text{wobei } t_v \text{ und } t_m \text{ also nicht berücksichtigt ist,}$$

$$= 30 \text{ Min. f. d. Einrichtezeit } t_{ee} + (12,5 + 20) = 32,5 \text{ Min. f. d. Stückzeit } t_g \text{ lt. Schema 2.}$$

Werden von dem ersten Werkstück 10 Stück,

„ „ zweiten „ 5 „ angefertigt, so bekommt der Arbeiter

bezahlt

Ludw. Loewe & Co. A.-G.	Montage-Kalkulation	Bild 100
<p>Aufnahme eines Montage-Vorganges</p> 		
Pos.	Montage des Spindelkastens	Zeit in Min.
1	Mitnehmer nach Lehre passend feilen, Mitnehmer und Nuten entgraten	40
2	Ständerkanten entgraten	40
3	4 Lagermutterflächen anschaben, à 20 Minuten	80
4	2 Nuten für die Haltestifte der Lagerbüchsen einfeilen	16
5	Filz und Fiber sowie 1 Stift im Vorderlager einpassen	20
6	Filz und Fiber sowie 1 Stift im Hinterlager einpassen	20
7	} Arbeitsspindel einschaben { Vorderlager einschaben x	202
8		Hinterlager einschaben x 120
9	Stufenscheibe auffedern x	24
10	4 Lagermuttern entgraten	8
11	Spindelkasten montieren und einlaufen lassen	60
Summa Min.		630
× Siehe Bild 101 u. 102		

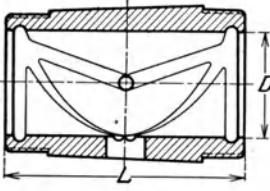
für die 1. Maschine	Einrichten	$t_{ee} = 25$	Min.	} = 10 · 17,5
	10 × Nebenzeit	$t_n = 100$	"	
	10 × Maschinenzeit	$\frac{t_h}{2} = 75$	"	
<hr style="width: 100%;"/>				200 Min.
für die 2. Maschine	Einrichten	$t_{ee} = 30$	Min.	} = 5 · 32,5
	5 × Nebenzeit	$t_n = 100$	"	
	5 × Maschinenzeit	$\frac{t_h}{2} = 62,5$	"	
<hr style="width: 100%;"/>				192,5 Min.
für beide Maschinen				<hr style="width: 100%;"/> = 392,5 Min.

Hinzu kommen noch die Zuschläge für t_v und evtl. für t_m .

In diesem Fall, wo der Vergleich mit der tatsächlich benötigten Zeit im Diagramm 99 D zeigt, daß der Arbeiter mit dieser Berechnungsmethode gut auskommt, wird t_v natürlich in der für die Werksabteilung üblichen Höhe berechnet.

F. Ermittlung von Akkordzeiten für reine Handarbeit.

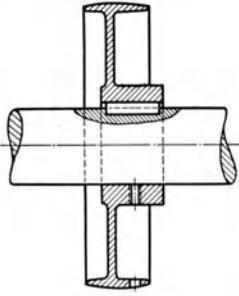
Das schwierigste Gebiet für die Schaffung von Berechnungsunterlagen für die Vorkalkulation ist dasjenige Fabrikationsgebiet, bei dem nur reine Handarbeit vorkommt. Es ist das das Gebiet aller Montage- und Zusammenbauarbeiten. Wir haben in den

Ludw. Loewe & Co. A.-G.		Montage-Kalkulation										Bild 101	
Zeiten für das Einschaben von Lagerbüchsen													
													
$D = \varnothing$ des Lagers	Zeit für das Einschaben bei einer Länge L von mm												
	100	102	105	107	109	111	116	120	125	130	135		
48	×120	122	126	128	131	133	139	144	150	156	162		
50	125	127	131	133	136	139	145	150	156	163	169		
52	129	132	136	138	142	144	151	156	162	169	175		
55	137	140	144	147	150	153	159	165	172	179	186		
58	144	147	152	155	158	161	168	174	181	188	196		
60	149	152	157	160	164	166	174	180	187	195	×202		
62	—	157	163	165	169	172	180	186	193	202	209		
65	—	—	170	173	177	180	188	195	203	212	219		
68	—	—	—	182	186	189	197	204	212	221	230		
× Siehe Aufnahme Bild 100													

vorhergehenden Kapiteln schon gesehen, wie ungeheuer kompliziert und schwierig manchmal für die maschinellen Bearbeitungsvorgänge Kalkulationsunterlagen zusammenzustellen sind und doch sind die Vorgänge an der Maschine immerhin mit entsprechenden Hilfsmitteln meßbar. Die Verschiedenheit in der manuellen Tätigkeit aber, die ja doch lediglich von der Fertigkeit des Arbeiters abhängt, macht es erklärlich, wenn in bezug auf das Gebiet der reinen Handarbeit die bisher vorhandenen Unterlagen für die Vorkalkulation nur spärlich sind. Gerade die Handarbeit ist es, bei der man bisher immer noch zum größten Teil auf das ganz rohe Schätzen angewiesen ist, bei der man nicht einmal das Schätzen in der Form einer rohen Rechnung vornimmt, wie es in dem zweiten Abschnitt unter A gezeigt ist.

Der Weg, den man gehen muß, um auch hier zu gebrauchsfähigen Kalkulationsunterlagen zu kommen, ist bereits in den vorhergehenden Abschnitten mehrfach angedeutet worden, wenn es sich darum handelte, diejenige Handarbeit zu kalkulieren, die als Nebenarbeit zur Erledigung von Maschinenarbeit notwendig war.

Wie für jede Kalkulationsaufgabe, so besteht auch für das Kalkulieren der Handarbeit das Gesetz: der zu kalkulierende Arbeitsvorgang ist in Elemente zu zerlegen, als deren Umfang die Arbeitsstufe gelten kann. Diese Elemente sind systematisch in Tabellen zu ordnen, und für die so geordneten Elemente sind dann die Zeiten in tabellarischer oder graphischer Form festzusetzen. Die Entwicklung der Zeiten kann auf eine der vier genannten Methoden: des Schätzens, des Vergleichens, des Bildens von Erfahrungswerten oder aber auch durch Zeitstudien geschehen. Je nach der Anwendung der einen oder anderen Methode wird das Ergebnis der Kalkulationsrechnung mehr oder weniger genau sein.

Ludw. Loewe & Co. A.-G.		Montage-Kalkulation					Bild 102
 <p>Zeiten für das Auf- federn von Riemen- oder Stufenscheiben</p>	Serie	3 × 3	4 × 4	5 × 5	6 × 6	6 × 8	
	Länge	Zeit in Minuten					
	8 mm	12	—	—	—	—	
	10 "	12	13	14	—	—	
	12 "	13	14	15	16	—	
	14 "	13	14	15	16	17	
	16 "	14	15	16	17	18	
	18 "	14	15	16	17	18	
	21 "	15	16	17	18	19	
	24 "	15	16	17	18	19	
	28 "	16	17	18	19	20	
	32 "	—	17	19	20	21	
	40 "	—	18	20	21	22	
50 "	—	19	21	22	23		
60 "	—	20	22	23	24 ×		
× Siehe Aufnahme Bild 100							

Wenn man dann für diese Elemente die Zeiten gefunden hat, so kann man mit ihnen jeden Montagevorgang kalkulieren. Man stellt dann — wie wir es beim Zusammenstellen der Griffzeiten in der Dreherei (siehe Tabelle 71—73) gesehen haben — diejenigen Arbeitsstufen zunächst einmal namentlich fest, die zur Ausübung des Montagevorganges erforderlich sind, sucht aus der Normzeittabelle für jede Arbeitsstufe die zugehörigen Zeiten und findet durch Addition zum Schluß die Gesamtzeit für den Montagevorgang.

Es wird nun gerade bei der reinen Handarbeit sehr häufig vorkommen, daß es nicht möglich ist, für alle Arbeitsstufen, die bei dem Vorgang zu erledigen sind, sich Normzeiten zu schaffen; es bleibt dann nichts weiter übrig, als für die aus den Tabellen nicht entnehmbaren Arbeitsstufen die Zeiten zu schätzen. Zum mindesten aber kann man auf die eben geschilderte Weise einen sehr großen Teil der Montagevorgänge auf eine vertretbare Weise kalkulieren, und wenn das Schätzen auch vielleicht nicht ganz ausgeschaltet wird, so wird es doch auf das geringstmögliche Maß beschränkt. Und wenn sich der Ausbau dieser Zeitnormen für Montagearbeitsstufen in der geschilderten Form auf Jahre erstreckt, so wird man schließlich auch für solche Montagevorgänge allmählich Normzeiten entwickeln können, die nicht alltäglich vorkommen. Der Ausbau derartiger Unterlagen für Handzeiten kann natürlich lange Zeit erfordern, aber wenn der Anfang erst einmal dazu gemacht ist, so wird die Entwicklung schon selbst für den Ausbau sorgen.

An den in Bild 100—102 gezeigten Beispielen ist die Durchführung des Aufbaues solcher Kalkulationsunterlagen wenigstens im Prinzip gezeigt. Das Bild 100 stellt den Montagevorgang dar, der kalkuliert werden soll. Er besteht in dem Einschaben der Lager einer Arbeitsspindel, in dem Auffedern der Stufenscheibe und in deren Befestigung. Dieser Montagevorgang wird zunächst einmal in einzelne Arbeitsstufen unterteilt, wie es das Bild 100 darstellt, und die Zeiten dafür durch Überprüfung mit der Stoppuhr in der Werkstatt gefunden. Diese Überprüfung darf natürlich nicht nur an einem

Stück vor sich gehen, sondern es sind, wie das ja auch in der kleinen Reihenfertigung möglich ist, zehn solcher Untersuchungen vorzunehmen.

Von den Arbeitsstufen sind nun beispielsweise für zwei von ihnen, und zwar für das Einschaben der Arbeitsspindellager und für das Auffedern der Stufenscheibe, die Normzeiten entwickelt. Bild 101 zeigt die Zeiten für das Einschaben von ähnlichen Lagerbüchsen, wie sie in dem vorherigen Bild dargestellt sind. Die Zeit wird natürlich abhängen von der Größe der Fläche, die zu schaben ist, also von der Größe des Durchmessers und der Länge der Bohrung. Nach diesen Gesichtspunkten ist nun die Zeittabelle aufgestellt in der Weise, daß links die normalerweise vorkommenden Bohrungen aufgeführt sind und rechts die dazugehörigen Längen. In die Normzeittabelle werden nun aus ähnlichen Studien, wie sie in Bild 100 gezeigt sind, die Zeiten eingetragen, und zwar sehen wir, daß aus der Aufnahme im Bild 100 für die Bohrung 48 \varnothing und 100 mm Länge die Zeit von 120 Minuten gebucht wurde, während für die Bohrung 60 \varnothing und 165 mm Länge die Zeit von 202 Minuten eingetragen ist. Die vorläufig noch leeren Spalten dieser Normzeittabelle werden nun dadurch aufgefüllt, daß man die Zeiten bei ähnlichen Arbeitsvorgängen ebenso aufnimmt und sie in die entsprechenden Rubriken der Normzeittabelle einfügt. Wenn man nun eine Reihe von solchen Werten gefunden hat, so sucht man die Berechnungsgrundlage für die übrigen zu finden. Zu dem Einschaben des vorderen und hinteren Lagers gehört natürlich auch das fluchtend-Schaben dieser Lagerstellen, das in die einzelnen Zeiten mit aufgenommen wurde. Trotzdem wird die Zeitdauer im großen und ganzen abhängen von der Fläche, die zu schaben ist. Auf Grund der Werte der Zeitaufnahme ist nun festgestellt, daß das Schaben von 1 qcm Lagerfläche mit den dazugehörigen Hilfsarbeiten 0,8 Minuten dauert.

Beispiel:

Die Fläche einer Bohrung von 48 \varnothing und 100 mm Länge beträgt

$$4,8 \cdot \pi \cdot 10,0 = 150,7 \text{ qcm.}$$

Die hierfür benötigte Zeit ist auf Grund der Zeitaufnahme 120 Min., also kommen für 1 qcm $\frac{120}{150,7}$ Min. = 0,8 Minuten in Frage.

Diese Rechnung wird bei allen denjenigen Lagern durchgeführt, für die durch eine Zeitaufnahme Zeitwerte für das Einschaben gefunden sind. Auf diese Weise ergibt sich allmählich ein Durchschnittswert, den man dann zur Berechnung des Einschabens von Lagerflächen der übrigen Dimensionen benutzt.

Ähnlich verfährt man bei der Entwicklung der Zeiten für die 9. Arbeitsstufe lt. Bild 100 für das Auffedern von Stufenscheiben. Es bleibt sich dabei selbstverständlich gleich, ob das aufzufedernde Teil eine Stufenscheibe oder Riemenscheibe ist; maßgebend ist die Länge der Feder und ihre Breite. Diese beiden Dimensionen sind es auch, die die Grundlage bilden für die Normzeittabelle. Links sind die Längen der Federn angegeben, die einzupassen sind, und oben ist der Querschnitt angeführt. Ähnlich wie eben bei der Entwicklung des Schabens geschildert, werden auch hier für das Auffedern und Passendmachen von einigen dieser Keile die Zeiten durch Studien in der Werkstatt festgestellt. Es wird dann die Berechnungsgrundlage — wieder auf die Größe der einzupassenden Flächen bezogen — gesucht und dann die fehlenden Werte ausgerechnet. Wenn man auf diese Weise alle in der Montage üblicherweise vorkommenden Vorgänge zerteilt und für die Elemente Zeiten schafft, so kann man dann natürlich umgekehrt wieder mit diesen Elementen andere Montagevorgänge zusammenstellen.

Wenn auch die wenigen Hinweise keinen Anspruch auf Ausführlichkeit haben, so geben sie doch immerhin eine Richtlinie, die dazu dienen soll, auch für das schwierigste Gebiet, das der reinen Handarbeit, Vorkalkulationsunterlagen zu schaffen.

G. Anwendungsgebiet der verschiedenen Kalkulationsmethoden.

I. Allgemeine Richtlinien.

Nachdem wir nun die verschiedenen Methoden kennen gelernt haben, mit denen sich der Kalkulator Unterlagen sowohl für die Maschinenzeit wie auch für die Handzeiten schaffen kann, wollen wir zum Schluß untersuchen, für welche Fabrikationsgebiete und Bedingungen die eine oder andere Methode in Frage kommt. Wir haben im Verlauf der Besprechung der einzelnen Methoden als die ihre Verwendung beeinflussenden Bedingungen kennen gelernt:

1. die Stückzahl der üblicherweise vorkommenden Werkstücke,
2. die Länge der Arbeitsdauer eines einzelnen Arbeitsvorganges,
3. die vorhandene Werksorganisation, dahingehend, ob eine Arbeitsverteilung der Werkstücke auf die Maschine erfolgt, d. h. ob die Kalkulation vorher die Maschine kennt, auf der die Arbeit ausgeführt wird.
4. die Fabrikationsmethoden.

Es sei kurz noch einmal zusammengefaßt, in welcher Weise die hier genannten 4 Hauptbedingungen für den Gebrauch der einen oder anderen Kalkulationsmethode grundlegend sind.

1. Für die Einzelfertigung mit sehr verschiedenartigen Werkstücken und kurzen Arbeitsgängen genügt die als Schätzen bezeichnete rohe Rechnung (Bild 9—13). Genauere Resultate lassen sich für die Vorkalkulation einzelner Stücke erzielen, wenn man entweder Erfahrungswerte benutzt, oder die auf Grund von Zeitstudien entwickelten Unterlagen. Für die beiden letzten Methoden müssen die Unterlagen natürlich besonders handlich zusammengestellt sein, so daß mit ihrer Benutzung kein größerer Zeitverlust verbunden ist. (Siehe Bild 19, 31, 33, 74 und 75, 87 bis 89, 96 bis 98.)

Für die kleine Reihenfertigung rechnet man entweder mit den in Bild 19 bis 33 entwickelten Erfahrungswerten, sofern kurze Arbeitsvorgänge vorliegen, oder aber man wendet die Methode des Vergleichens Bild 14 bis 16 an, falls die Arbeitsstücke in größerer Zahl in ähnlicher Form, aber mit anderen Dimensionen häufig wiederkehren.

Daß auch hier geschickt aufgemachte Unterlagen, die auf Grund von Zeitstudien entwickelt sind (siehe Bild 74 bis 75, 87, 89, 96) genauere Kalkulationsergebnisse liefern, ist selbstverständlich.

Für die große Reihenfertigung und für die Massenfertigung sollte man nur auf Grund von Zeitstudien entwickelte Unterlagen benutzen. Diese Zeitstudien werden sich bei der Massenfertigung erstrecken auf jeden einzelnen Arbeitsvorgang speziell, bei der großen Reihenfertigung auf in ähnlicher Art regelmäßig wiederkehrende Arbeitsvorgänge bei Werkstücken ähnlicher Form.

Für die Verkürzung der Arbeitsvorgänge ist es — wie an den Beispielen in Bild 44 und 46, 52 und 55 gezeigt — erforderlich, der Schaffung von Kalkulationsunterlagen eine durchgreifende Rationalisierung vorhergehen zu lassen. Bei der großen Massenfertigung empfiehlt es sich, die Rationalisierung des Arbeitsvorganges auf Grund von Bewegungsstudien mit Hilfe des Films vorzunehmen.

2. Ist bei den zu kalkulierenden Arbeitsvorgängen in der Einzelfertigung die Maschinenarbeit von größerer Zeitdauer, so darf man für die Berechnung der Maschinenzeiten die Methode des Schätzens in der Form einer rohen Rechnung nicht benutzen, weil die Unterschiede zwischen der Rechnung und der wirklich gebrauchten Zeit außerordentlich erheblich werden können. Das Mindeste ist, daß man in diesem Falle mit systematisch aufgebauten Erfahrungswerten Bild 22 arbeitet, das Richtigste, wenn man sich zwar in bezug auf die Handzeiten der Erfahrungswerte bedient, aber die Maschinenzeit genau auf Grund der an der Maschine befindlichen Verhältnisse von Vor-

schub und Schnittgeschwindigkeit rechnet. Man kann also zur Berechnung der Nebenzeiten, die in Nr. 19, 31, 33 entwickelten Tabellen benutzen, zur Berechnung der Schnittzeit aber die Maschinenkarte Bild 30 oder die tabellarisch angeordnete in Bild 84, 89, 96.

Sind bei der kleinen Reihenfertigung die Arbeitsvorgänge von längerer Dauer, so ist nur der letzte angegebene Weg gangbar, d. h. man kann ebenfalls für die Handzeiten Erfahrungswerte benutzen, man muß aber auf jeden Fall unter Benutzung der an der Maschine befindlichen Werte von Vorschub und Schnittgeschwindigkeit die Maschinenzeit lt. Bild 30, 84, 87, 89, 96 errechnen. Daß in diesem Falle die Benutzung von Nebenzeiten, die auf Grund von Zeitstudien nach Tabelle 60 und 61 und evtl. bei Ordnung der Maschinen nach Gruppen nach Bild 70, 74, 75 entwickelt sind, genauere Ergebnisse liefern, ist wohl selbstverständlich.

In der großen Reihen- oder Massenfertigung darf der Kalkulator nur die auf Grund von Zeitstudien gewonnenen Nebenzeiten für die benutzte Maschine (Bild 60 und 61) gebrauchen und zur Errechnung der Maschinenzeiten die Hilfsmittel, die mit den genau der Maschine entsprechenden Werten für q , n und v arbeiten (Bild 30, 83, 84, 87, 89, 96).

3. Der Einfluß der Organisation auf die Benutzung der angeführten Methoden zur Bildung von Kalkulationsunterlagen erstreckt sich sowohl auf die Handzeiten als auch auf die Maschinenzeiten. Es ist klar, daß bei einem sehr verschiedenen Maschinenpark, in einer Fabrik also, wo große und kleine, alte und neue Maschinen nebeneinander stehen, das Rechnen mit Schätzung oder Erfahrungswerten zu großen Fehlern Anlaß geben kann. Hier geben nur Zeitstudien einen genauen Aufschluß, die sich mitunter, wie Bild 60 u. 61 zeigt, auf die einzelnen Maschinen erstrecken müssen. Das Richtigeste ist natürlich, die Maschinen so zu ändern, daß sie gruppenweise zusammengefaßt werden können.

Die Art, wie die Werkzeuge bereitgestellt werden, ist ebenfalls von Einfluß für die Wahl der Kalkulationsmethode. Wenn die Werkzeuge immer dem Arbeiter leicht zur Verfügung stehen, so kann man mit Erfahrungs- und Durchschnittswerten rechnen. Wenn jedes Werkzeug aber erst aus dem Lager geholt und gar selbst von dem Mann zurechtgeschliffen werden muß, muß man natürlich diese Vorgänge in besonderen Unterlagen bewerten.

In bezug auf die Berechnung der Maschinenzeiten ist die vorliegende Werksorganisation insofern von besonderer Bedeutung, als sie meist entscheidet über die Frage: rechne ich mit Durchschnittswerten oder mit genauen Maschinenwerten? Ist die in den Betrieben bestehende Organisation so ausgebaut, daß sie genau diejenige Maschine bestimmt, auf der das Werkstück nachher bearbeitet wird, so kann der Kalkulator zunächst seine Kalkulationsrechnung in bezug auf die Maschinenzeiten den dieser Maschine entsprechenden Verhältnissen von q , v und s anpassen (Bild 30, 83, 84, 87, 88, 89, 96). Die Frage, ob er es tun muß, entscheidet wieder die Dauer und Zahl der zu kalkulierenden Bearbeitungsvorgänge. Selbst für den Fall, daß die Maschine, auf der der Arbeitsvorgang zur Erledigung kommt, bekannt ist, genügt es, z. B. bei der Einzelfertigung von kurzen Bearbeitungsvorgängen mit den geschaffenen Richtwerten selbst zu rechnen, nur bei längeren Arbeitsvorgängen muß man die Verhältnisse an der Maschine berücksichtigen.

Ist durch die Betriebsorganisation aber keine Möglichkeit geschaffen, die Maschine vorher zu bestimmen, auf der das Arbeitsstück erledigt wird, so ist die Maschinenzeit mit den Richtwerten direkt zu berechnen. (Bild 97 u. 98.) Es ist dann allerdings vorteilhaft, die Maschinen ähnlicher Größen zu Gruppen zusammenzuführen und ihre Drehzahlen annähernd gleichzumachen, damit nicht zu große Unterschiede zwischen der Rechnung und der Wirklichkeit erscheinen.

Hegner		Anwendungsgebiet der verschiedenen Kalkulationsmethoden					Bild 103
Kalkulation erfolgt zweckmäßig durch	Schätzen	Zahl der Werkstücke	Für die Anwendung der links stehenden Methoden in Frage kommende Bearbeitungsdauer		Arbeitsverteilung	Arbeitsunterweisung	Besondere Bedingungen
		Einzelfabrikation	bis max. 30 Min. für jeden Arbeitsgang	—	—	—	—
Richtzeiten auf Grund von Erfahrungswerten	kleine Stückzahlen	kleine Stückzahlen	bis max. 150 Min. für Stückzahl \times Zeit für Arbeitsgang	—	—	—	—
		kleine Reihenfertigung	bis max. 60 Min. für jeden Arbeitsgang	auf Masch.-Gruppen	nur für Arbeitsgänge von langer Dauer	Masch.-Zeiten werden errechnet. Grifzeiten durch system.aufgebaute Erfahrungswerte gebildet	
Vergleichen mit ähnlichen bereits errechneten Arbeitsgängen	Einzelfabrikation	kleine Stückzahlen	" " 60 " " " "	auf Masch.-Gruppen	desgl.	Kann nur bei der Form nach ähnlichen Werkstücken erfolgen	
		kleine Reihenfertigung	" " 30 " " " "	auf Masch.-Gruppen	desgl.	Rationalisierung des Arbeitsvorganges erforderlich	
a für jeden vorkommenden Arbeitsgang speziell	große Reihenfertigung	kleine Stückzahlen	bis max 30 Min. für jeden Arbeitsgang	auf bestimmte Maschine	erforderlich	Rationalisierung des Arbeitsvorganges erforderlich	
		kleine Reihenfertigung	" " 30 " " " "	auf bestimmte Maschine	erforderlich	Rationalisierung des Arbeitsvorganges erforderlich	
b für einen in ähnlicher Form regelmäßig wiederkehrenden Arbeitsgang	große Reihenfertigung	kleine Stückzahlen	wenigstens 1 Woche für Stückzahl \times Zeit für einen Arbeitsgang	auf bestimmte Maschine	erforderlich	Rationalisierung des Arbeitsvorganges erforderlich	
		kleine Reihenfertigung	desgl.	auf bestimmte Maschine	erforderlich	Rationalisierung des Arbeitsvorganges erforderlich	
c verwendbar für alle vorkommenden Arbeitsgänge als Normzeiten, die für jede Maschine besond. gebildet werden	Einzelfertigung	kleine Stückzahlen	für jede Dauer eines Arbeitsganges	auf bestimmte Maschine	erforderlich	Rationalisierung des Arbeitsvorganges erforderlich	
		kleine Reihenfertigung	Stückzahl \times Zeit für den in ähnlicher Form wiederkehrenden Arbeitsgang wenigstens 1 Woche	auf bestimmte Maschine	erwünscht	Rationalisierung des Arbeitsvorganges erforderlich	
d wie bei c, jedoch gebildet für Gruppen von ähnlichen Maschinen	große Reihenfertigung	kleine Stückzahlen	Zeit für 1 Arbeitsgang über 60 Min.	auf bestimmte Maschine	erwünscht	Rationalisierung des Arbeitsvorganges erforderlich	
		kleine Reihenfertigung	" " " " " "	auf bestimmte Maschine	erwünscht	Rationalisierung des Arbeitsvorganges erforderlich	
Zeitstudien	große Reihenfertigung	kleine Stückzahlen	Stückzahl \times Zeit für Arbeitsgang 3 bis 6 Tage	auf Masch.-Gruppen	erwünscht	—	
		kleine Reihenfertigung	für Zeiten für einen Arbeitsgang bis 60 Min.	auf Masch.-Gruppen	erwünscht	—	

4. Der Einfluß, den die Fabrikationsmethode auf die Wahl der Kalkulationsmethode hat, ist bereits auf Seite 122 und Bild 77 dargestellt. Die Fabrikationsmethode beeinflusst in bezug auf die Kalkulation vor allen Dingen die Nebenzeiten. Es ist schon durch Bild 77 gezeigt, daß es sehr verschiedene Resultate ergibt, ob bei einem Arbeitsgang die Erledigung mehrerer Arbeitsstufen operationsweise geschieht, d. h. ob das Werkstück nach jeder Arbeitsstufe ausgespannt wird, oder im Zusammenhange, also ob das Werkzeug nach jeder Arbeitsstufe umgewechselt wird. Die Wahl der einen oder anderen Methode richtet sich nach der zu bearbeitenden Stückzahl, und die durchschnittlich zu bearbeitende Stückzahl ist es, die die Richtung angibt, nach welcher Arbeitsmethode kalkuliert wird und welche von den drei Gruppen von Zeiten nach Tafel 74 u. 75 in die Rechnung eingesetzt werden.

Daß die in Bild 76 gezeigte Arbeitsmethode, bei der mehrfache Stahlhalter benutzt werden, geringere Handzeiten für Spananstellen und Messen benötigen, weil mehrere Stähle in voneinander abhängiger, fester Stellung zur Verfügung sind, beweist wieder die in Bild 77 gegebene Aufrechnung.

II. Detaillierte Übersicht über die Anwendung jeder einzelnen Methode.

In Bild 103 ist nun eine ausführliche Aufstellung in tabellarischer Form gegeben, aus der hervorgeht, nach welchen Gesichtspunkten die besprochenen Kalkulationsmethoden zur Verwendung gelangen. Um den Fabrikationsumfang kennzeichnen zu können, ist für diese Tabelle der Bereich der einzelnen Fertigungen wie folgt festgesetzt:

Einzelfertigung	1 bis	2 Stück
kleine Stückzahl	3 "	10 Stück
kleine Reihenfertigung	10 "	50 Stück
große Reihenfertigung	50 "	500 Stück
kleine Massenfertigung	500 "	3000 Stück
große Massenfertigung	über	3000 Stück.

Die Bezeichnungen mit den dazugehörigen Zahlen sind selbstverständlich unverbindliche und nur ungefähre Annahmen, sie sind nur getroffen, um die Begriffe der verschiedenen Fertigungen durch Zahlenwerte umgrenzen zu können.

Dritter Abschnitt.

Zuschläge.

Bereits in dem Grundschema in Bild 2 bis 4 ist von einer Anzahl Zuschläge die Rede, die der Kalkulator zu der errechneten durchschnittlich günstigsten Herstellungszeit zusetzen muß, um diejenige Akkordzeit zu erreichen, mit der der Durchschnittsarbeiter je nach tariflicher Vereinbarung entweder die Akkordbasis oder einen gewissen Prozentsatz über die Akkordbasis in der Stunde verdienen soll. Auch bei der Durchführung der für die einzelnen Methoden gerechneten Beispiele haben wir gesehen, wie sehr die Zuschläge das endgültige Resultat für die Akkordzeit beeinflussen, so daß es nötig erscheint, alle Zuschläge, die für die Vorkalkulation in Frage kommen, im Zusammenhang zu betrachten. Es sind dies folgende:

- I. Leistungszuschläge.
- II. Ermüdungszuschläge.
- III. Verlustzuschläge.
- IV. Zuschläge zur Maschinenzeit.
- V. Zuschläge für Stahlschleifen.
- VI. Zuschläge für andere Stückzahlen, als der Kalkulation zugrunde gelegt.
- VII. Zuschläge für die Benutzung anderer Werkzeuge, als der Kalkulation zugrunde gelegt.
- VIII. Zuschläge für hartes Material.

I. Leistungszuschläge.

Leistungszuschläge sind solche Zuschläge, die das Mehr an Leistung gegenüber derjenigen Leistung festlegen, mit der der normaleistungsfähige oder Durchschnittsarbeiter den tariflich festgelegten Geldwert für die Arbeitsstunde zu 60 Minuten verdient. Der Begriff dieses Durchschnittsarbeiters ist im ersten Abschnitt unter B III a bis b festgelegt.

Ebenso ist für die Bemessung dieser Mehrleistung unter dem gleichen Abschnitt B III, c ein Weg angegeben; er bestand darin, daß der normaleistungsfähige Arbeiter mit 100⁰/₀ bewertet wurde, der geringer leistungsfähige durch einen geringeren, z. B. 80⁰/₀, der höher leistungsfähige durch einen höheren Prozentsatz, z. B. 125⁰/₀. In dem gleichen Abschnitt wurde auch an einem Beispiel gezeigt, wie sich diese Bewertung in der Praxis auswirkt; es sei in seinem Ergebnis kurz wiederholt:

Ist für eine Arbeit 80 Minuten als diejenige Zeit errechnet, die die durchschnittlich günstigste ist, also als die in Schema 2 mit t_{st} bezeichnete, so braucht

der 100 ⁰ / ₀ Durchschnittsarbeiter A	80 Minuten,
„ 70 ⁰ / ₀ „	B $80 + \frac{30 \cdot 80}{100} = 104$ Minuten,
„ 120 ⁰ / ₀ „	C $80 - \frac{20 \cdot 80}{100} = 64$ „

Alle drei Arbeiter erhalten natürlich gleichartig auf dem Akkordschein die durchschnittlich günstigste Herstellungszeit von 80 Minuten vorgegeben; die verschiedenartige Leistungs-

fähigkeit bedingt dann, daß B 104 Minuten, C 64 Minuten zu der gleichen Arbeit braucht, die A in 80 Minuten herstellt.

Wenn man umgekehrt einen Arbeitsgang an dem Arbeiter B mit 70% Leistung überprüft und feststellt, daß er 104 Minuten braucht, so findet man die durchschnittlich günstigste Herstellungszeit mit $\frac{104 \cdot 100}{130} = 80$ Minuten, oder wenn man bei dem Arbeiter C abstoppt und 64 Minuten feststellt, so ist die durchschnittlich günstigste Zeit $\frac{64 \cdot 100}{80} = 80$ Minuten. Diese Leistungszuschläge dienen also dazu, die Ausführungszeit einer Arbeit bei Arbeitern verschiedener Leistungsfähigkeit auf die Zeit für den normalleistungsfähigen Arbeiter zurückzuführen. Über die Feststellung der Höhe des Leistungszuschlages siehe im 1. Abschnitt unter A III b.

Der in Schema Bild 3 und 4 gezeigte Zuschlag t_m für den Mehrverdienst über die Akkordbasis ist keinesfalls als Leistungszuschlag zu bezeichnen. Durch ihn wird zwar auch die durchschnittlich günstigste Herstellungszeit für den Durchschnittsarbeiter erhöht. Diese Erhöhung hat aber nur den Zweck, ihm einen Mehrverdienst über die Akkordbasis zu verschaffen, entweder weil es tariflich vereinbart oder üblich ist, nicht aber, weil er durch eine Mehrleistung über den Durchschnitt erzielt wurde.

Im 1. Abschnitt ist unter C VI b S. 16 versucht, diesen Zuschlag t_m als Leistungszuschlag zu definieren. Es geschah dies dadurch, daß man zur Berücksichtigung dieser Verhältnisse zwar den Durchschnittsarbeiter mit 100% bewertet läßt, daß man aber den besonders mit seiner Tätigkeit vertrauten, eingearbeiteten Arbeiter mit $100\% + t_m$ bewertet. Niemals aber soll man sich verleiten lassen, diesen Zuschlag t_m unkontrollierbar in die Zeit $t_h + t_g$ hineinzunehmen, vielleicht dadurch, daß man diese Zeit „reichlich“ berechnet. Wenn ein Überverdienst für den Mann, für den die Akkordbasis gilt, erzielt werden soll, so soll der Mehrverdienst deutlich durch einen Zuschlag auf die genau errechneten Zeiten t_{st} ermöglicht werden, wie wir ihn im Schema Bild 3 als t_m kennen gelernt und in manche Rechnungen im zweiten Abschnitt unter Kapitel A, B, C beispielsweise eingesetzt haben.

Die klarste Lösung ist es natürlich, wenn die Akkordbasis von vornherein so hoch bemessen ist, daß ein solcher die korrekte Rechnung verdeckender Zuschlag nicht benötigt wird. Ist ein Überverdienst über die Akkordbasis für den Durchschnittsarbeiter aber nötig, so ist der richtigere Ausweg der, daß man die tarifliche Akkordbasis um so viel im Geldwert höher setzt, als der Mehrverdienst betragen soll. Ist also die durchschnittlich günstigste Herstellungszeit für einen Arbeitsvorgang 80 Minuten, und zwar nach Bild 2 oder 3 als $t_{st} = 80$ Minuten errechnet, und soll der eingearbeitete Durchschnitts-Akkordarbeiter 20% über die Basis von 0,48 M. verdienen, so ist

entweder 1.	oder 2.
Akkordbasis = 0,48 M.	Akkordbasis . . . = 0,48 M.
t_{st} . . . = 80 Min.	t_{st} . . . = 80 Min.
t_m . . . = $\frac{20}{100} t_{st} = 16$ Min.	t_m . . . = $20\% = \frac{20}{100} \cdot 0,48 \text{ M.} = 0,096 \text{ M.}$
	erhöhte Akkordbasis = $0,48 + 0,096 = 0,576 \text{ M.}$
1 Min. . . = $\frac{0,48}{60} = 0,8$ Pf.	1 Min. . . = $\frac{0,576}{60} \text{ M} = 0,96$ Pf.
t_{stm} . . . = $t_{st} + t_m$ Bild 3	
t_{stm} . . . = 96 Min.	
Stückpreis . = $96 \cdot 0,8$ Pf.	Stückpreis . . . = $80 \cdot 0,96$ Pf.
Stückpreis . = 76,8 Pf.	Stückpreis . . . = 76,8 Pf.

Das Wesen der Rechnung in dem links stehenden Beispiel liegt darin, daß hier mit der unveränderten tariflichen Akkordbasis gerechnet wird, aber die Zeiten einen in seiner Höhe allerdings bekannten Zuschlag erhalten. Das Wesen der Rechnung in

dem rechts stehenden Beispiel liegt darin, daß hier mit einer gegenüber der tariflichen Akkordbasis höheren Akkordbasis berechnet wird, während die Akkordzeit die durchschnittlich genaue ist, also keinerlei Zuschläge enthält.

Wenn es tariflich statthaft ist, einen anderen als den der tariflichen Akkordbasis entsprechenden Stundengeldwert oder Minutengeldwert zu benutzen, ist der Rechnung nach dem zweiten Beispiel entschieden der Vorzug zu geben. Die Rechnungsart nach dem ersten Beispiel ist zwar die bis jetzt übliche, sie verlangt aber, daß die Kalkulation dem Arbeiter eine andere als die durchschnittlich günstigste Herstellungszeit auf den Akkordschein schreibt, wenn auch durch die Höhe des bewußt eingesetzten Zuschlags t_m bekannt ist, um wieviel höher die vorgegebene Zeit als diejenige ist, die als durchschnittlich günstigste berechnet wurde.

Übrigens ist auch die in Tabelle 41 dargestellte Barth-Kurve, deren Erklärung im zweiten Abschnitt unter D I d gegeben ist, als eine graphische Darstellung zu betrachten, die z. T. einen Leistungszuschlag enthält.

II. Ermüdungszuschläge.

Sie kommen nur für eine besonders ausgeprägte Massenanfertigung in Frage und sind ebenfalls durch Zeitstudien festzustellen. Das geschieht in der Weise, daß die Leistung ein und desselben Arbeiters an verschiedenen Tageszeiten mit seiner besten Leistung verglichen wird. Dann wird der Unterschied seiner besten Leistung mit dem durch Ermüdung verursachten Niedergang der Leistung verglichen und in Prozentsätzen auf die Bestleistung ausgedrückt. Diese Untersuchungen werden in gleicher Weise an vielen Arbeitern vorgenommen. Durch das Mittel der genannten Prozentsätze erhält man den Ermüdungszuschlag. Derartige Ermüdungszuschläge sind in der in Bild 41 gezeigten Kurve von Barth ebenfalls enthalten, wenngleich in ihr hauptsächlich Leistungszuschläge und Verlustzuschläge ermittelt sind, die dem besseren Arbeiter gegenüber dem minderleistungsfähigen einen Mehrverdienst ermöglichen sollen.

Die Benutzung von Ermüdungszuschlägen ist aber nur mit großer Vorsicht vorzunehmen. Die feinen Unterschiede, die sie berücksichtigen, werden meist tausendmal wieder wettgemacht durch die Unmöglichkeit, andere Faktoren, die die Rechnung viel bedeutender beeinflussen, genau ermitteln zu können.

Die Einsetzung von Ermüdungszuschlägen für gewöhnliche Kalkulationsaufgaben selbst bei der kleinen Massenfertigung sind deshalb zu verwerfen; sie geben der Kalkulation zwar einen scheinbar wissenschaftlichen und genauen Anstrich, haben aber in bezug auf die übrigen Fehlerquellen keine Bedeutung. Höchstens für die fließende Massenfertigung lohnt ihre Ermittlung und Benutzung zur Kalkulation.

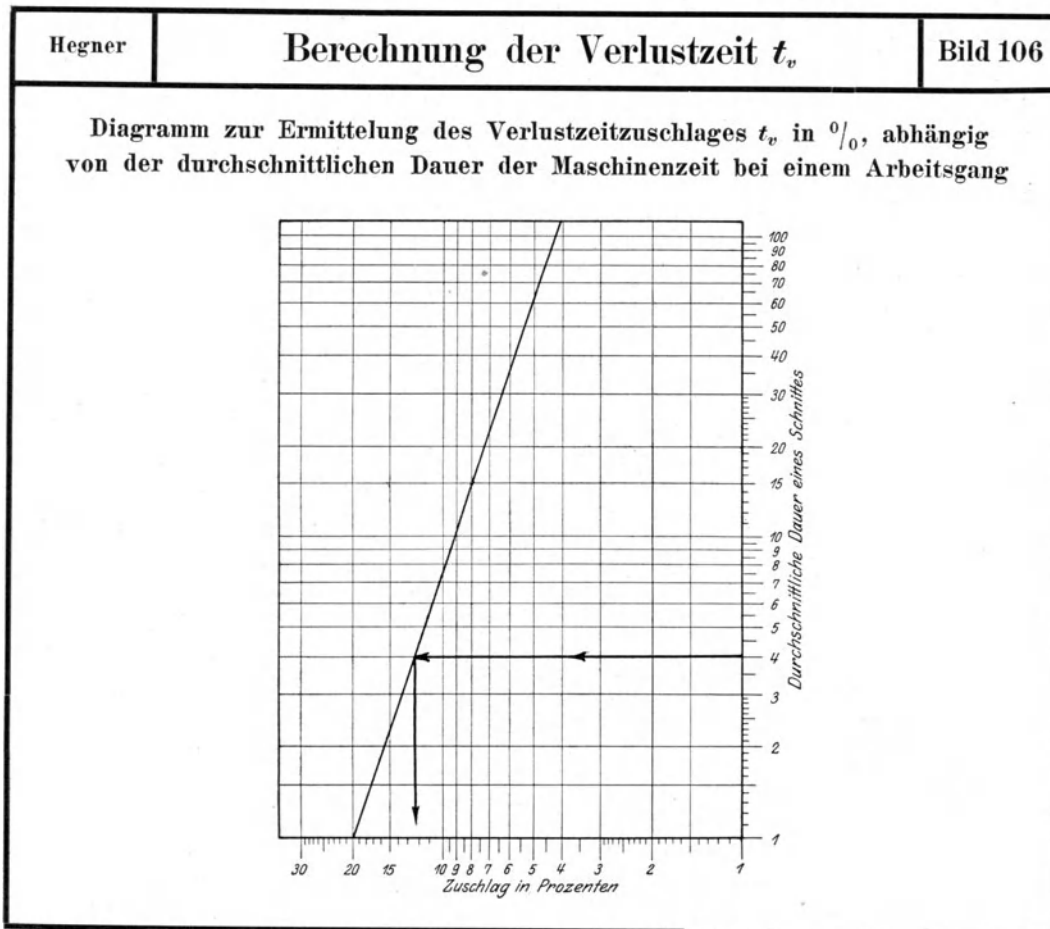
III. Verlustzuschläge.

Der Verlustzuschlag soll alle diejenigen Verluste abgelten, die für nicht vorher zu bestimmende, in unregelmäßiger Weise wiederkehrende Vorgänge vom Arbeiter verbraucht werden. Die Ausführung der Arbeit hat zwar selbst mit ihnen nichts zu tun; da sie aber nicht zu vermeiden sind, sind sie natürlich bei der Kalkulation in Rechnung zu stellen. Was man unter Verlustzeit versteht, ist ausführlich im ersten Abschnitt unter C III besprochen.

Es bestehen für die Feststellung der Höhe des Verlustzuschlages t_v zwei verschiedene Methoden: Einmal kann der Verlustzeitzuschlag tariflich festgelegt sein, wie es z. B. bei dem Berliner Metalltarif der Fall ist der einen Zuschlag von 20% auf die errechnete Akkordzeit vorsieht. Diese Art der Festsetzung der Verlustzeit hat mit einer betriebswissenschaftlichen Erfassung nichts zu tun. Sie wird in den allerseltensten Fällen die tatsächlichen Verluste abgelten. Ist aber einmal der Verlustzeitzuschlag tariflich festgelegt, dann bleibt natürlich dem Kalkulator nichts weiter übrig, als ihn in der tariflichen Höhe in seine Rechnung einzusetzen.

A. Borsig G. m. b. H.		Berechnung der Verlustzeit t_v											Bild 104	
Aufgenommen vom 7. 7. bis 17. 7. von		Arbeiter: <i>Schulze</i> Kontr.-Nr.										Beobachtungsbogen für Zeitverlust Nr.		
Abteilung Nr. Meister		Maschine: <i>Drehbank.</i> Inv. Nr. <i>1448.</i> <i>Dauer der ununterbrochenen Maschinenzeit = 3 Minuten</i>												
Lfd. Nr.	Art des Zeitverlustes	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	Quer
		Tag	Tag	Tag	Tag	Tag	Tag	Tag	Tag	Tag	Tag	Tag	Tag	Tag	Sa.
		Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.
1	<i>Maschine abschmieren</i>	18,3	2,1	1,4	—	1,5	2,2	13,4	1,1	1,3	0,9			42,2
2	<i>Werkzeug herauslegen</i>	2,4	3,8	2,7	4,3	3,9	2,8	4,8	4,2	2,1	3,5			34,5
3	<i>Schmiermittel holen</i>	9,4	—	—	—	8,6	—	9,4	—	7,1	—			34,5
4	<i>Riemenreparatur</i>	—	—	—	10,7	—	—	—	—	—	—			10,7
5	<i>Verbrauchtes Werkzeug um- tauschen</i>													
6	<i>Bedürfnisanlegenheit</i>	6,3	—	12,4	5,8	9,7	8,4	6	17,1	4,2	6,8			76,7
7	<i>Holen und Wärmen von Speisen und Getränken</i>	4,1	3,4	8,6	7,2	5	—	4,6	5,1	4,2	8,4			50,6
8	<i>Im Gespräch mit den Vor- gesetzten</i>	—	—	8,4	5,3	—	—	—	—	—	—			13,7
9	<i>Betriebsstörung bis zu 30 Min.</i>													
10	<i>Auf den Kran warten</i>													
11	<i>Maschine von Spänen säubern</i>	—	—	3,5	—	1,8	—	—	1,6	2,4	2,2			11,5
12	<i>Werkzeuge verschließen</i>	3,2	1,8	2,7	2,6	3,4	4,8	3,1	3,0	4,4	2,5			31,5
13	<i>Maschine reinigen</i>	6,2	8,7	5,4	7,8	6,7	62,8	5,8	8,2	7,2	7,1			125,9
14	<i>Löhnung fertigmachen</i>	—	6,7	—	4,8	16,8	—	5,4	—	—	18,2			51,9
15	<i>Löhnung in Empfang nehmen</i>	—	—	—	13,4	—	—	—	—	—	11,7			25,1
16	<i>Stähle schleifen</i>	9,4	3,8	14,2	12,4	6	8,3	8,4	5,1	7,2	7,8			82,6
17	<i>Kleine Maschinenreparaturen</i>													
18	<i>Materialempfang</i>													
19	<i>Arbeitsunterbrechung durch andere Arbeiter</i>													
20														
Summa Min.		59,3	30,3	59,3	74,3	63,4	89,3	60,9	45,4	40,1	69,1			591,4
<p>Geleistete Arbeitszeit: 4710 Minuten Abzügl. Zeitverlust: 591,4 „ Reine Arbeitszeit: Sa. 4118,6 Minuten.</p> <p>Zuschlag für Zeitverlust auf reine Arbeitszeit $591,4 \text{ Min.} = 14,35\%$ der reinen Arbeitszeit $= \sim 15\%$.</p> <p>Bemerkung:</p>														

Hegner		Berechnung der Verlustzeit t_v											Bild 105		
Aufgenommen vom 20. 7. bis 2. 8.		Arbeiter <i>Müller</i>						Beobachtungsbogen für Zeitverlust							
von		Kontr.-Nr. 718.						Nr.							
Abteilung Nr.		Maschine: <i>Fräsmaschine.</i>						Inv. Nr. 1218.							
Meister		Dauer der ununterbrochenen <i>Masch.-Zeit</i> bei einer <i>Arbeitsstufe</i> = 15 Min.													
Lfd. Nr.	Art des Zeitverlustes	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	Quer	
		Tag	Tag	Tag	Tag	Tag	Tag	Tag	Tag	Tag	Tag	Tag	Tag	Tag	Sa.
		Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	
1	Maschine abschmieren	10,2	2,1*	1,2	1,2	1,6*	2*	1,5*	0,9*	1,2	1,3*	2*	0,9	14,7	
2	Werkzeug herauslegen	2,1	3,4*	4,5	7,8	2,1	2,4*	3,1	1,1*	4,6	2,7	2,1*	0,8*	26,9	
3	Schmiermittel holen	8,6*	—	—	—	—	7,4*	—	—	—	—	5,7*	—	—	
4	Riemenreparatur	—	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	
5	Verbrauchtes Werkzeug umtauschen	—	—	4,5	—	—	—	—	4,9	—	—	—	—	9,4	
6	Bedürfnisangelegenheit	8*	10,2*	10,1	6	14,2	10,2*	12,2	8*	10,4*	15,4	9,2*	6*	57,9	
7	Holen und Wärmen von Speisen und Getränken	6,2	4,3	5,4*	8,1	6,2*	—	8,4*	9,1	6,7*	8,4	6,1	—	42,2	
8	Im Gespräch mit den Vorgesetzten	—	6,4	4,3	—	—	—	3*	—	—	2*	—	—	10,7	
9	Betriebsstörung bis zu 30 Min.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
10	Auf den Kran warten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
11	Maschine von Spänen säubern	1,5	—	2	—	1,5	1,6	—	1,6	2	1,8	—	1,5	13,5	
12	Werkzeuge verschließen	2	1,5	2	1,3*	1,7	3	2	1,6*	2,1	1,8	1,5	3,5	21,1	
13	Maschine reinigen	3	4	2,8	3,8	2,7	30	3,5	4	3,6	3,5	3,7	30	94,6	
14	Löhnung fertigmachen.	—	12	—	—	3,2	—	3*	11	—	—	3,6	—	29,8	
15	Löhnung in Empfang nehmen	—	—	—	3	—	—	—	—	—	3,2	—	—	6,2	
16	Stähle schleifen	6,5	4,8	5*	6,1	6,4	56	5,1	4,8*	5,4	5,2	6,3	4,9	56,3	
17	Kleine Maschinenreparaturen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
18	Materialempfang	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
19	Arbeitsunterbrechung durch andere Arbeiter	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
geleistete Min. pro Tag		480	480	480	480	480	390	480	480	480	380	480	390		
													Sa.	395,3	
<p>geleistete Arbeitszeit = 5480 Min. Zeitverlust = 395,3 „ reine Arbeitszeit = 5064,7 Min.</p> <p>Zuschlag für Zeitverlust auf reine Arbeitszeit = 395,3 Min. = 8 0/10.</p> <p>* Diese Verlusttätigkeiten sind während der Maschinenzeit erledigt, werden demnach bei Errechnung des Prozentsatzes nicht berücksichtigt.</p>															



Ein Weg, wie der Verlustzeitzuschlag durch Zeitstudien genau ermittelt wird, ist in Bild 104 gezeigt. Die Aufnahme stammt von der Borsig G. m. b. H. Berlin. Es sind links in diesem Beobachtungsbogen alle diejenigen Vorgänge aufgeführt, die als Verluste zu betrachten sind. Die für die einzelnen Vorgänge benötigten Zeiten sind dann 10 Tage hindurch von einem Beobachter aufnotiert; ihre Summe betrug in dieser Zeit 591,4 Minuten. Diese Minutenzahl wird in Bezug gesetzt zu der im ganzen geleisteten Arbeitszeit von 4710 Minuten. Aus der Verhältniszahl ergibt sich in diesem Fall der Zeitverlust mit 15% . Dieser Zuschlag stellt dann die Verlustzeit t_v aus unserem Schema 2 bis 4 dar, die zu der Einrichtezeit wie zur Stückzeit zuzuschlagen ist.

Eine derartige Beobachtung ist für jede Werksabteilung besonders durchzuführen, denn in einer Abteilung, in der lange Schnittzeiten vorhanden sind, ist der Arbeiter in der Lage, einen Teil der als Verluste bezeichneten Vorgänge während der Maschinenzeit zu erledigen. Die Aufnahme, die in Bild 104 gegeben ist, würde sich also für eine solche Abteilung in der Weise verschieben, daß die Verlustvorgänge zwar aufgenommen und zeitlich notiert werden, daß sie aber bei der Zusammenziehung nicht berücksichtigt werden. (Siehe Aufnahmebogen 105.) Dadurch kommt natürlich eine andere Bewertung der Verlustzeiten heraus.

Wenn man derartige Beobachtungen bei Arbeitsgängen verschiedener Schnittdauer vornimmt, so kann man auf diese Weise eine Kurve entwickeln, die den Prozentzuschlag der Verluste in Abhängigkeit von der Laufzeit setzt. Eine derartige Kurve ist in Bild 106 gegeben; ihre Punkte stammen aus Aufnahmen ähnlich wie sie in Bild 104 und 105

gezeigt ist. Die Kurve wird in der Weise benutzt, daß man die kürzeste hintereinander zu erledigende Laufzeit bei einem Arbeitsgang ermittelt. Ist für t_h 8 Minuten errechnet und setzt sich dieses t_h aus zwei gleichartigen Spänen zusammen, so wird als Grundlage für die Bemessung der Verlustzeit $8:2=4$ Minuten angenommen. Man findet dann aus der Verlustzeitzuschlagskurve Bild 106 unter der Laufzeit von 4 Minuten je 1 Span einen Zuschlag von 12% . Die in Bild 106 entwickelte Kurve paßt natürlich nicht für alle Verhältnisse; sie muß vielmehr in der durch Bild 105 gezeigten Art für jede Betriebsstelle einzeln ermittelt werden.

IV. Zuschläge auf die Maschinenzeit.

Sie sollen diejenigen Schwankungen treffen, die durch die Änderung der Antriebsverhältnisse, durch Riemengleiten, durch die Differenz in den Tourenzahlen bei Transmissionen und Motoren in den verschiedenen Tageszeiten entstehen. Diese Schwankungen werden prozentual zur Maschinenzeit abgegolten. Der Prozentsatz wird in der Weise festgestellt, daß an verschiedenen Tageszeiten die auf Grund der Tourenzahlen und Vorschübe der Maschine errechneten Maschinenzeiten mit den tatsächlich erreichten verglichen werden. Je nach der Dauer der Arbeitsvorgänge schwanken diese Unterschiede zwischen 5 bis 15% . Diese Zuschläge sind selbstverständlich dann nicht zu zahlen, wenn die Maschinenzeit mit den Richtwerten gerechnet ist, die für durchschnittliche Verhältnisse festgesetzt sind, also z. B. sind besondere Zuschläge für Maschinenzeit zu den in Tafel 22, 97, 98 errechneten Werten nicht zu zahlen. Zuschläge auf die Maschinenzeit t_h werden eben nur bei der Massenfertigung gebraucht, um ganz genaue Werte auch für die Maschinenzeit zu erhalten. Es sei daran erinnert, daß auch die Nebenzeiten bei der Massenfertigung mit besonderen Zuschlägen (siehe Bild 41) versehen werden.

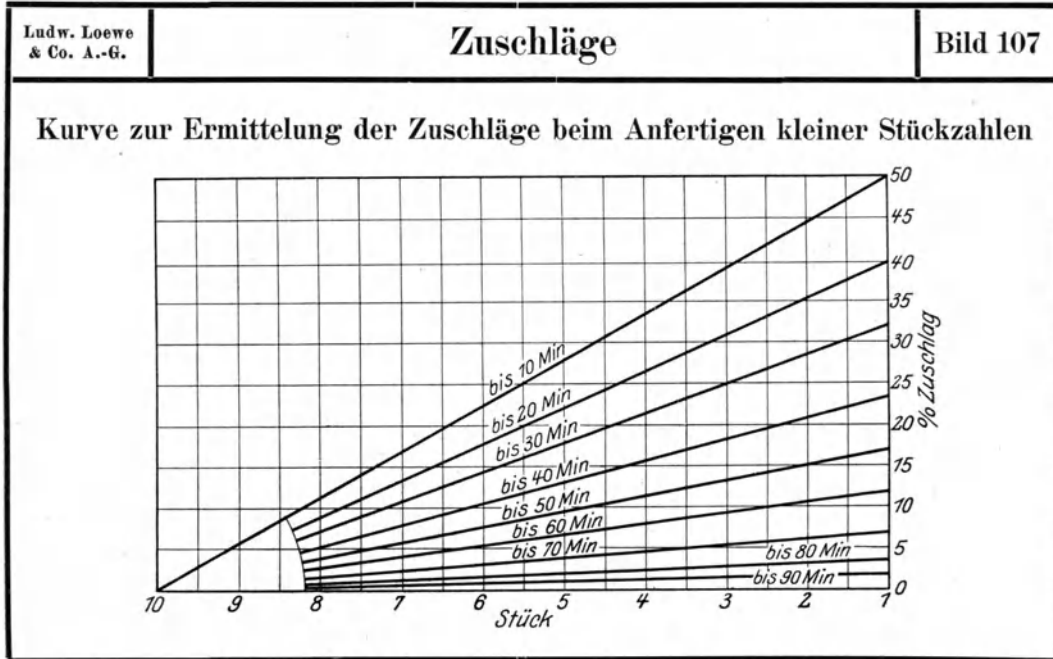
V. Zuschläge für Stahlschleifen.

Das notwendige Stahlschleifen kann bei genauer Kalkulation ebenfalls als Zuschlag auf die Maschinenzeit t_h berechnet werden. In den bei den verschiedenen Kalkulationsmethoden aufgeführten Beispielen ist das nicht geschehen; das Stahlschleifen ist vielmehr in die allgemeine Verlustzeit hineingerechnet, und der Aufnahmebogen 104—105 weist aus, daß dieses Stahlschleifen tatsächlich in der Verlustzeitbeobachtung mit aufgenommen ist.

Wenn zum Zwecke einer genauen Rechnung das Stahlschleifen in Bezug zur Maschinenzeit gesetzt werden soll, dann darf es natürlich in der Beobachtung für die Verlustzeit nicht enthalten sein. Die Ermittlung des Zuschlages für Stahlschleifen geschieht in der Weise, daß man die Dauer der Schneidhaltigkeit eines Stahles festsetzt. Wir haben diese Dauer bei der Ermittlung über die einem Werkzeug zuzumutenden Schnittgeschwindigkeiten immer auf 45 Minuten bemessen. Das kann natürlich nur Gültigkeit haben für Schruppen; für Schlichten wird diese Zeit herabgesetzt werden müssen, d. h. man muß den Schlichtstahl öfter schleifen, noch mehr gilt dies für das Schleifen eines Gewindestahles. Es ist z. B.

die Dauer der Schneidhaltigkeit eines	Schruppstahles	45 Min.
„ „ „ „	„ Schlichtstahles	40 „
„ „ „ „	„ Gewindestahles	35 „
„ „ des Nachschleifens	„ Schruppstahles	2,5 „
„ „ „ „	„ Schlichtstahles	3 „
„ „ „ „	„ Gewindestahles	4 „

Bei diesen Werten ist der Gang des Drehers zum Schleifstein mit berücksichtigt, auch eine eventuell notwendige Wartezeit. Daraus ergibt sich der Zuschlag für das Schleifen eines Schruppstahles mit 6% , eines Schlichtstahles mit 7% , eines Gewindestahles mit 11% auf die errechnete Maschinenzeit t_h .



VI. Zuschläge für andere Stückzahlen, als der Kalkulation zugrunde gelegt.

Die Veränderlichkeit der Stückzahlen hat nach zwei Richtungen einen Einfluß auf die zur Herstellung benötigte Zeit. Zunächst einmal wird die Handzeit durch die Stückzahl beeinflußt. Der Arbeiter braucht verschiedene Zeit, ob er 10 Stück gleiche Werkstücke bearbeitet, oder ob er nur 2 Stück davon anfertigt. Es spricht hier das Moment der Übung mit, die bei größeren Stückzahlen die Bewegungen beschleunigt. Nun sind die Richtwerte für die Nebenzeiten auf Grund gewisser in der Fabrikation üblicher Stückzahlen gefunden. Es sei hier an die Zeitstudie Bild 69 erinnert, in der zur Bildung von Normzeiten für die kleine Reihenfertigung eine Stückzahl von durchschnittlich 10 angenommen wurde. Alle mit diesen Normzeiten entwickelten Werte für t_n laut Bild 70, 74, 75 gelten nur für eine Fertigung von 10 Stück. Es kommt bei der durch Ausschub bedingten Erledigung von Ersatzarbeiten häufig vor, daß nur ein oder zwei Werkstücke angefertigt werden an Stelle der sonst üblichen 10 Stück. Der Arbeiter kann natürlich die Handzeiten für die geringe Stückzahl nicht mit der gleichen Schnelligkeit erledigen, wie bei den ihm sonst durchschnittlich in Auftrag gegebenen 10 Stück. Der Kalkulator muß also einen leicht gangbaren Weg finden, durch den er in der Lage ist, solche Arbeitsvorgänge mit Zuschlägen zu versehen. Denn gerechterweise müßten nun für die kleinen Stückzahlen andere Richtwerte vorhanden sein, Richtwerte, die aufgebaut sind auf die durch die kleine Stückzahl bedingten höheren Zeiten für die Erledigung der Griffe. Da das natürlich eine ungeheure Belastung für den Kalkulator wäre, hilft man sich am einfachsten mit Zuschlägen auf diejenige Zeit, die für die Erledigung der normalen Stückzahl errechnet ist. Das Diagramm Nr. 107 zeigt einen solchen Ausweg; es basiert auf folgender Überlegung: Die Zuschläge sind eigentlich nur auf die Nebenzeiten, die Griffe, zu geben, denn die Maschinenzeiten bleiben unverändert, ganz gleich, ob der Arbeiter 1 oder 10 Stück macht.

Nun wird aber die Akkordzeit nicht nach Hauptzeit und Nebenzeit getrennt vorgegeben, sondern der Arbeiter bekommt nur die Stückzeit t_{st} auf seinen Akkordschein geschrieben. Wird also ein Zuschlag wegen kleiner Stückzahlen nötig, so kann man der vorgegebenen Akkordzeit nicht ansehen, wieviel Nebenzeit und wieviel Hauptzeit sie

enthält. Die Entscheidung darüber, in welcher Höhe der Zuschlag für die kleine Stückzahl gezahlt werden muß, könnte also nur diejenige Stelle treffen, die die Zusammensetzung der Akkordzeit aus Hauptzeit und Nebenzeit kennt, nämlich die Vorkalkulation. Es müßte also beim Vorkommen kleiner Stückzahlen der Akkordschein nach dem Kalkulationsbureau zurückgehen, der Kalkulator müßte den Anteil der Griffzeit von der ganzen Akkordzeit feststellen und dann erst den Prozentzuschlag berechnen. Dieser umständliche Weg ist natürlich für die Betriebe nicht gangbar. Es muß vielmehr die Stelle, die die Akkordscheine ausschreibt und die allein die Stückzahlen kennt — das ist der Betrieb —, in der Lage sein, auf Grund der vorgegebenen Stückzeit für das Stück den richtigen Zuschlag für eine kleinere Stückzahl zu bestimmen. In dem in Bild 107 entwickelten Diagramm ist nun bei Stückzeiten verschiedener Dauer festgestellt, welche Anteile die Handzeiten durchschnittlich ausmachen. Für jede Gesamtakkordzeit ist ein besonderer Strahl eingezeichnet, auf dem man denjenigen Zuschlag findet, den man für eine kleinere Stückzahl als 10 hinzuzusetzen hat. Ist die Gesamtfertigungszeit 28 Minuten und sind 3 Stück anzufertigen, so findet man den Zuschlag, den man auf die auf der Grundlage von 10 Stück errechneten Stückzeit von 28 Minuten machen muß, in der Weise, daß man von der Stückzahl 3 auf der unteren Skala hinaufgeht bis zum Schnittpunkt mit dem Strahl, der für die Gesamtakkordzeit von 30 Minuten eingezeichnet ist; rechts davon findet man denjenigen Zuschlag, der auf die Stückzeit zuzuschlagen ist, in diesem Falle also 25⁰/₁₀.

Die normalerweise für die gleichzeitige Anfertigung von 10 Stück auf 28 Minuten je Stück kalkulierte Zeit würde also bei 3 Stück mit einem Zuschlag von 25⁰/₁₀ zu versehen sein. Es ist selbstverständlich, daß die Zahlung dieser Zuschläge nicht im Ermessen des Betriebes liegen darf, sondern kontrolliert werden muß. Dazu ist nötig, daß sie in der deutlich gekennzeichneten Form eines ausnahmsweise gezahlten Zuschlages auf dem Akkordschein erscheinen und daß Scheine mit solchen Zuschlägen eine besondere Kontrollstelle passieren, die ihre Berechtigung überprüft.

VII. Zuschläge für andere Werkzeuge, als der Kalkulation zugrunde gelegt.

Die Errechnung der Maschinenzeit geschieht unter der Annahme eines bestimmten für den Betrieb üblichen Schneidwerkzeuges. Wir haben z. B. die meisten der Arbeitsvorgänge mit einem Werkzeug aus Schnellstahl herstellen lassen. Nur für dieses Werkzeug haben die mitunter auf eine sehr komplizierte Weise ermittelten Richtwerte für Vorschübe und Schnittgeschwindigkeiten Gültigkeit. Kommt es nun aus irgendeinem Grunde vor, daß Werkzeuge aus dem Werkstoff, der der Bildung der Kalkulationsunterlagen zugrunde gelegt ist, nicht vorhanden sind, so wird der Arbeiter mit den kalkulierten Zeiten natürlich nicht auskommen, es ist vielmehr eine Erhöhung der kalkulierten Zeit notwendig, falls minderwertige Werkzeuge verwendet werden. Dies geschieht in der Weise, daß man in solchen Fällen, die natürlich nur eine Ausnahme bedeuten müssen, einen prozentualen Zuschlag auf die Maschinenzeit gibt. Diese Zuschläge müssen, da sie für den Betrieb etwas ganz Anormales bedeuten sollen, vom Meister beantragt und von der Kalkulation ausgerechnet sein.

Ist beispielsweise ein Arbeitsvorgang kalkuliert für die Verwendung von Fräsern aus Schnellstahl und sind, weil diese vielleicht gerade zum Schleifen sind, nur solche aus Gußstahl zur Erledigung der Arbeit vorhanden, so hat der Meister eine Erhöhung bei der Vorkalkulation zu beantragen. Der Zuschlag würde bei Verwendung von Gußstahl an Stelle von Schnellstahl ca. 25⁰/₁₀ betragen. Es empfiehlt sich, derartige anormale Vorgänge der Betriebsleitung zur Genehmigung zuzustellen; sie erhält auf diese Weise am ehesten Kenntnis von Vorgängen, die in einem geordneten Betrieb nicht vorkommen sollten.

VIII. Zuschläge für hartes Material.

Ähnlich verhält es sich mit den Zuschlägen, die zu gewähren sind, wenn der Werkstoff härter ist als der normale, für den die Richtwerte für Vorschübe und Schnittgeschwindigkeiten entwickelt sind. Namentlich bei Gußeisen wird der Anspruch, Zuschläge für hartes Material zu erhalten, bekanntlich häufig gestellt, und eine lasche Organisation kann durch den Mangel an Kontrolle gerade über diese Zuschläge eine noch so genau aufgezogene Kalkulation illusorisch machen. Es gilt deshalb auch für die Zahlung von Zuschlägen für hartes Material das eherne Gesetz: Solche Zuschläge werden nur mit Genehmigung der Betriebsleitung gezahlt. Die Feststellung, ob ein Material härter als der normale Werkstoff ist, muß während der Erledigung des betreffenden Arbeitsvorganges vor sich gehen. Von den neueren Hilfsmitteln, die dazu geschaffen sind, sind die Schlaghärteprüfer von der Firma Fritz Werner, Berlin, und von der Firma Hermann Steinrück, Berlin (Baurat Prof. Baumann u. Ing. H. Steinrück) zu verwenden.

Die Kontrolle der Betriebsleitung über Zuschläge laut VI. VII. VIII., also über Zuschläge, die nicht von vornherein als normale Zuschläge in der Kalkulation berücksichtigt sind, ist auf keinen Fall zu umgehen, selbst wenn sie kleinlich erscheint. Es muß für jede Kalkulation der oberste Grundsatz der sein: Wir kalkulieren nur die durchschnittlich günstigste Herstellungszeit für den normalen Verlauf des Fertigungsverfahrenes für den normalen Werkstoff mit normalen Werkzeugen. Treten irgendwelche davon abweichende Bedingungen während der Fabrikation zeitverlängernd auf, so soll der dafür notwendige Mehraufwand an Zeit in der Form eines deutlich kenntlich gemachten Zuschlages festgestellt werden, der in jedem Falle der Betriebsleitung zur Kenntnis und Genehmigung vorgelegt werden muß. Nur dadurch kann über eine geordnete Vorkalkulation die schützende Hand gehalten werden, die es verhindert, daß auf dem Umwege von Zuschlägen mühselig aufgebaute Kalkulationsunterlagen zunichte gemacht werden.

Schriften der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure

Band I:]

Der Austauschbau und seine praktische Durchführung

Bearbeitet von Prof. Dr. G. Berndt, Obering. Th. Damm, Obering. C. V. Drescher, Obering. G. Frenz, Obering. M. Gohlke, Prof. K. Gottwein, Obering. K. Gramenz, Direktor Dr.-Ing. e. h. E. Huhn, Dr.-Ing. O. Kienzle, Obering. G. Leifer, Direktor Dr.-Ing. e. h. J. Reindl

Herausgegeben von

Dr.-Ing. Otto Kienzle

Mit 319 Textabbildungen und 24 Zahlentafeln. VIII, 320 Seiten. 1923. Gebunden RM 8.50

... In den ersten vier Vorträgen werden die Grundlagen des Austauschbaues, die Meßwerkzeuge, die Schneidwerkzeuge und die Passungssysteme eingehend behandelt, woran sich sieben Vorträge über die wirtschaftliche Bedeutung des Austauschbaues in der Werkzeugmaschinen-, der Automobil- und der feinmechanischen Industrie, im Elektromaschinen-, Großmaschinen- und Lokomotivbau und bei der Kugellagerfabrikation anschließen. In einem Schlußvortrage werden dann die Hauptgesichtspunkte für den Austauschbau mit Berücksichtigung der neuen DIN-Passungen zusammengefaßt. Im Anhang wird noch ein reichhaltiges Verzeichnis der einschlägigen deutschen Zeitschriften- und Buchliteratur gegeben ...
„Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins“.

Band III:

Spanabhebende Werkzeuge für die Metallbearbeitung und ihre Hilfseinrichtungen

Bearbeitet von Direktor R. Bussien, Obering. A. Cochius, Prokurist K. Guldenstein, Ing. E. Herbst, Direktor W. Hippler, Dr.-Ing. R. Koch, Ing. H. Mauck, Direktor Dr.-Ing. e. h. J. Reindl, Prof. Dr.-Ing. O. Schmitz, Dipl.-Ing. E. Simon, Prof. E. Toussaint.

Herausgegeben von

Dr.-Ing. e. h. J. Reindl

Technischer Direktor der Schuchardt & Schütte A.-G.

Mit 574 Textabbildungen und 7 Zahlentafeln. XI, 455 Seiten. 1925. Gebunden RM 28.50

... Im III. Bande werden nicht allein die Schneidwerkzeuge, wie Drehstähle, Fräser, Bohrer, Senker, Reibahlen, die Automaten- und Revolverbankwerkzeuge und die Schleifmittel, sondern auch die Vorrichtungen zu ihrer und des Werkstücks Aufnahme, Handwerkszeuge wie Zangen, Feilkloben, Schraubzwingen, Bankschraubstöcke, Spannkuppen, Spannvorrichtungen für Werkzeuge und Werkstücke mit geradliniger Bewegung wie Maschinenschraubstöcke und Stahlhalter, und solche für kreisende Werkzeuge und Werkstücke wie Spannherze, Aachtschraubenfutter, Planscheiben, selbstzentrierende Spannfutter, Bohrfutter u. dgl. besprochen. Auch wird man mit den Konstruktionsgesetzen für Vorrichtungen vertraut gemacht. Ein kurzer Überblick über die Herstellung von Schneidwerkzeugen in Hinblick auf Werkstoff und Ausführung wird gegeben und zum Schluß das Wesentliche über die Normung der Werkzeuge mitgeteilt. Das Buch „Spanabhebende Werkzeuge“ kann bestens empfohlen werden.
„Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins“.

Band IV:

Spanlose Formung

Schmieden, Stanzen, Pressen, Prägen, Ziehen

Bearbeitet von Dipl.-Ing. M. Evers, Dipl.-Ing. F. Großmann, Direktor M. Lebeis, Direktor Dr.-Ing. V. Litz, Dr.-Ing. A. Peter.

Herausgegeben von

Dr.-Ing. V. Litz

Betriebsdirektor bei A. Borsig G. m. b. H., Berlin-Tegel

Mit 163 Textabbildungen und 4 Zahlentafeln. V, 151 Seiten. 1926. Gebunden RM 12.60

Dieses Buch ist der vierte Band in der Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure. Es stützt sich auf eine Vortragsreihe, die in der Ortsgruppe Berlin gehalten worden ist, es gibt ein richtiges Verständnis der Vorgänge in der spanlosen Formung und veranschaulicht die vielen Beispiele aus der Praxis durch reichhaltiges Bildmaterial. Das Buch steht in seiner Art einzig da, es gibt eine vollständige Übersicht der Einrichtungen, Werkzeuge und vieler Ausführungsformen, es ist allgemein verständlich und gibt viele Anregungen im wirtschaftlichen Anwenden dieses Gebietes. Es handelt sich hier um eine sehr beachtenswerte Arbeit. *S T Z (Schweizerische Technische Zeitschrift).*

Moderne Zeitkalkulation. Aus der Praxis des allgemeinen Maschinenbaues bearbeitet von **Otto Auerswald**, Vorkalkulator. Mit 69 Abbildungen im Text und 42 Tabellen. VIII, 126 Seiten. 1927. RM 6.—; gebunden RM 7.50

Neuzeitliche Vorkalkulation im Maschinenbau. Von **Fr. Hellmuth**, Techn. Chefkalkulator, Zürich, und **Fr. Wernli**, Betriebsingenieur, Baden. Mit 128 Abbildungen im Text und zahlreichen Tabellen. V, 219 Seiten. 1924. Gebunden RM 11.—

Die Vorkalkulation im Maschinen- und Elektromotorenbau nach neuzeitlich-wissenschaftlichen Grundlagen. Ein Handbuch für den Unterricht an technischen Lehranstalten und für die Praxis. Von Ingenieur **Friedrich Kresta**, Betriebsleiter in Wien. Unter Mitarbeit von Oberingenieur **Theodor Käch**, Betriebsleiter in Ravensburg (Wttbg.). Zweite, umgearbeitete und vermehrte Auflage. Mit etwa 110 Abbildungen, etwa 78 Tabellen und 5 logarithmischen Tafeln. Erscheint im Herbst 1927.

Die Kalkulation in Maschinen- und Metallwarenfabriken. Von Ingenieur Oberlehrer **Ernst Pieschel**. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 214 Textfiguren und 27 Musterformularen. VIII, 258 Seiten. 1920. Gebunden RM 6.70

Die Nachkalkulation nebst zugehöriger Betriebsbuchhaltung in der modernen Maschinenfabrik. Für die Praxis bearbeitet unter Zugrundelegung der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-A.-G., Berlin. Von **J. Mundstein**. Mit 30 Formularen und Beispielen. VI, 78 Seiten. 1920. RM 2.40

Die Selbstkostenberechnung im Fabrikbetriebe. Eine auf praktischen Erfahrungen beruhende Anleitung, die Selbstkosten in Fabrikbetrieben auf buchhalterischer Grundlage zutreffend zu ermitteln. Von **O. Laschinski**. Dritte, vollständig umgearbeitete Auflage. V, 138 Seiten. 1923. RM 3.50; gebunden RM 4.50

Die Verrechnungspreise in der Selbstkostenrechnung industrieller Betriebe. Von Privatdozent Dr. **Theodor Beste**, Köln. (Betriebswirtschaftliche Zeitfragen. Fünftes Heft.) 68 Seiten. 1924. RM 3.—

Der Einfluß des Beschäftigungsgrades auf die industrielle Kostenentwicklung. Von **Herbert Peiser**, Berlin. Mit 13 Abbildungen. 22 Seiten. 1924. (Betriebswirtschaftliche Zeitfragen. Siebentes Heft.) RM 1.80

Grundlagen der Betriebsrechnung in Maschinenbauanstalten. Von **Herbert Peiser**, Direktor der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-A.-G. Zweite, erheblich erweiterte Auflage. Mit 5 Textabbildungen. VI, 216 Seiten. 1923. RM 6.60; gebunden RM 8.—

Einführung in die Organisation von Maschinenfabriken unter besonderer Berücksichtigung der Selbstkostenberechnung. Von Dipl.-Ing. **Friedrich Meyenberg**, Berlin. Dritte, umgearbeitete und stark erweiterte Auflage. XIV, 370 Seiten. 1926. Gebunden RM 18.—

Über die Eingliederung der Normungsarbeit in die Organisation einer Maschinenfabrik. Von Dipl.-Ing. **Friedrich Meyenberg**, Berlin. V, 67 Seiten. 1924. RM 3.30

Grundlagen der Fabrikorganisation. Von Dr.-Ing. **Ewald Sachsenberg**, o. Professor an der Technischen Hochschule Dresden. Dritte, verbesserte und erweiterte Auflage. Mit 66 Textabbildungen. VIII, 162 Seiten. 1922. Gebunden RM 8.—

Fabrikorganisation, Fabrikbuchführung und Selbstkostenberechnung der Ludw. Loewe & Co. A.-G., Berlin. Mit Genehmigung der Direktion zusammengestellt von **J. Lillenthal**. Dritte, von **Wilhelm Müller** revidierte und ergänzte Auflage. Mit einem Geleitwort von Prof. Dr.-Ing. **G. Schlesinger**, Berlin. Mit 133 Formularen. X, 200 Seiten. 1925. Gebunden RM 18.—

Mathematisch-graphische Untersuchungen über die Rentabilitätsverhältnisse des Fabrikbetriebes. Von Ingenieur **Reinhard Hildebrandt**. Mit 31 Abbildungen im Text und auf 7 Tafeln. VII, 79 Seiten. 1925. RM 5.10; gebunden RM 6.60

Die Taxation maschineller Anlagen. Von Dr. **Felix Moral**, Zivilingenieur und beedigter Sachverständiger. Dritte, neubearbeitete und vermehrte Auflage. IV, 89 Seiten. 1922. RM 3.80; gebunden RM 5.—

Die Abschätzung des Wertes industrieller Unternehmungen. Von Dr. **Felix Moral**, Zivilingenieur und beedigter Sachverständiger. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. VIII, 160 Seiten. 1923. RM 4.—; gebunden RM 5.—

Revision und Reorganisation industrieller Betriebe. Von Dr. **Felix Moral**, Zivilingenieur und beedigter Sachverständiger. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. IX, 138 Seiten. 1924. RM 3.60; gebunden RM 4.50

Warum arbeitet die Fabrik mit Verlust? Eine wissenschaftliche Untersuchung von Krebschäden in der Fabrikleitung. Von **William Kent**. Mit einer Einleitung von **Henry L. Gantt**. Deutsche Bearbeitung von **Karl Italiener**. Zweite, durchgesehene Auflage. IV, 96 Seiten. 1925. RM 2.60

Taschenbuch für den Fabrikbetrieb. Unter Mitwirkung zahlreicher Fachleute herausgegeben von Prof. **H. Dubbel**, Ingenieur, Berlin. Mit 933 Textfiguren und 8 Tafeln. VII, 833 Seiten. 1923. Gebunden RM 12.—

Industriebetriebslehre. Die wirtschaftlich-technische Organisation des Industriebetriebes mit besonderer Berücksichtigung der Maschinenindustrie. Von Prof. Dr.-Ing. **E. Heidebroek**, Darmstadt. Mit 91 Textabbildungen und 3 Tafeln. VI, 285 Seiten. 1923. Gebunden RM 17.50

Organisation und Leitung technischer Betriebe. Allgemeine und spezielle Vorschläge. Von Ingenieur **Fritz Karsten**, Betriebsleiter. Mit 55 Formularen. VI, 163 Seiten. 1924 RM 4.20

Werkstättenbuchführung für moderne Fabrikbetriebe. Von Dipl.-Ing. **C. M. Lewin**. Zweite, verbesserte Auflage. VIII, 152 Seiten. 1918. Unveränderter Neudruck. 1922. RM 6.—

Die wirtschaftliche Arbeitsweise in den Werkstätten der Maschinenfabriken, ihre Kontrolle und Einführung mit besonderer Berücksichtigung des Taylor-Verfahrens. Von Betriebsingenieur **A. Lauffer**, Königsberg i. Pr. IV, 86 Seiten. Berichtigter Neudruck. 1919. RM 2.50

Arbeitsverteilung und Terminwesen in Maschinenfabriken. Von **Willy Hippler**, Dozent an der Technischen Hochschule Breslau. Mit 107 Textfiguren. IV, 162 Seiten. 1921. Gebunden RM 8.—

Zeitstudien bei Einzelfertigung. Von Dr.-Ing. **Hans Kummer**. Mit 41 Textabbildungen. VI, 114 Seiten. 1926. RM 9.60

Kritik des Zeitstudienverfahrens. Eine Untersuchung der Ursachen, die zu einem Mißerfolg des Zeitstudiums führen. Von **I. M. Witte**. Mit 2 Tafeln. VI, 70 Seiten. 1921. RM 2.—

Die psychologischen Probleme der Industrie. Von **Frank Watts**, M.-A., Dozent der Psychologie an der Universität Manchester und an der Abteilung für industrielle Verwaltung der Gewerbeakademie von Manchester. Deutsch von **Herbert Frhr. Grote**. Mit 4 Textabbildungen. VIII, 221 Seiten. 1922. RM 5.50; gebunden RM 7.—

Industrielle Psychotechnik. Angewandte Psychologie in Industrie — Handel — Verkehr — Verwaltung. Herausgegeben von Prof. Dr. **W. Moede**, Technische Hochschule zu Berlin, Handelshochschule Berlin. Erscheint monatlich einmal im Umfange von ungefähr 32 Seiten. Bezugspreis: Vierteljährlich RM 8.—; Preis des Einzelheftes RM 3.—

Betriebswissenschaft

Neuere Bücher aus dem Verlag
Julius Springer in Berlin W 9



I. Betriebsführung – Organisation. II. Kalkulation. III. Buchführung
IV. Taylor-System. V. Sozialpsychologie und Psychotechnik

I. Betriebsführung – Organisation

Einführung in die Organisation von Maschinenfabriken unter besonderer Berücksichtigung der Selbstkostenberechnung. Von Dipl.-Ing. Friedrich Meyenberg, Berlin. Dritte, umgearbeitete und stark erweiterte Auflage. XIV, 370 Seiten. 1926. Gebunden RM 18.—

Aus den zahlreichen Besprechungen:

Der Verfasser hat in der dritten Auflage sein vielen bereits bekanntes Buch wesentlich umgearbeitet und dem neueren Stande der Betriebswissenschaften angepaßt. Namentlich die Abschnitte II „Vorbereitung der Auftragsausführung“ und IV „Abrechnungswesen“ haben eine durchgreifende Neugestaltung erfahren, der man es anmerkt, daß sie stark von den praktischen Erfahrungen beeinflusst ist, die der Verfasser besonders bei seinen Arbeiten auf dem Gebiet der Arbeitszeitvermittlung hat sammeln können . . . Wege zum Aufbau einer zweckmäßigen Organisation aus dieser geistigen Einstellung heraus zeigt das Buch und wird deshalb sowohl den technischen wie den kaufmännischen Beamten ein guter Wegweiser bei der Aufstellung oder Nachprüfung einer Organisation sein.

Technik und Wirtschaft

Industriebetriebslehre. Die wirtschaftlich-technische Organisation des Industriebetriebes mit besonderer Berücksichtigung der Maschinenindustrie. Von Prof. Dr.-Ing. E. Heidebroek, Darmstadt. Mit 91 Textabb. und 3 Tafeln. VI, 285 Seiten. 1923. Gebunden RM 17.50

Aus den zahlreichen Besprechungen:

Die gewaltige Bedeutung des Selbstkostenproblems, insbesondere in der Maschinenindustrie, wird hier von einem Ingenieur dargestellt. Es werden die Unkosten erklärt und eingeteilt, es wird gezeigt, wie man sie zu zergliedern und in geeignete Kanäle zu leiten hat, so daß sie einzeln erfaßt werden können. Das Verfahren, die Unkosten in Hundertteilen der produktiven Löhne auszudrücken, wird kritisch der Unkostenverteilung auf die Lohnstunden gegenübergestellt. Auch die moderne Art der Platz- und Bankkosten ist behandelt. Im Anschluß daran entwickelt der Verfasser den organisatorischen Aufbau eines modernen Betriebes der Maschinenindustrie. Er beschreibt die einzelnen Abteilungen, ihre Zwecke und ihre Geschäftsführung, die Betriebsleitung und ihre Aufgaben, die ihr zur Seite stehenden Abteilungen: Betriebsbüro, Arbeitsverteilung, Vorrichtungsbüro usw., alles in ganz neuzeitlicher Auffassung und mit Erläuterungen, die erkennen lassen, daß der Verfasser seine Anschauungen in der Praxis erworben hat . . .

Dipl.-Ing. Fattler in „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure“

Betriebswissenschaft. Ein Überblick über das lebendige Schaffen des Bauingenieurs. Von Dr.-Ing. Max Mayer, Duisburg. (Handbibliothek für Bauingenieure. I. Teil: Hilfswissenschaften, 5. Band.) Mit 31 Textabbildungen. IX, 219 Seiten. 1926. Gebunden RM 16.50

Aus den zahlreichen Besprechungen:

Das Werk gibt dem, der im Betriebe lebt und in die Anschauung und Erfahrung hineingewachsen ist, wertvolle Anregungen und einen richtigen Standpunkt für Urteil und Weiterentwicklung. Auch demjenigen, der die Betriebe erst oberflächlich kennt, dem Anfänger und Studenten, dem Praktikanten und Büroingenieur, schärft es den Blick für seine Beobachtungen und bietet ihm die Grundlage zu einer gesunden Kritik und einem richtigen Verständnis der Bautätigkeit. *Dr. Gerhard Dehne in „Elektrotechn. Zeitschrift“*

Ausgewählte Arbeiten des Lehrstuhles für Betriebswissenschaften in Dresden

Herausgegeben von

Professor Dr.-Ing. E. Sachsenberg, Dresden

Erster Band: Neuere Versuche auf arbeitstechnischem Gebiet. Von Professor Dr.-Ing. E. Sachsenberg. — **Grenzen der Wirtschaftlichkeit bei der Vorkalkulation im Maschinenbau.** Von Dr. W. Fehse. — **Organisation und Grenzen der Arbeitszerlegung im fließenden Zusammenbau.** Von Dr. K. H. Schmidt. Mit 58 Abbildungen im Text. VI, 180 Seiten. 1924. RM 7.50; gebunden RM 9.—

Zweiter Band: Die Bearbeitungsvorrichtungen für die spanabhebende Metallfertigung. (Eine Systematik des Vorrichtungswesens.) Von Dr.-Ing. H. Brasch. — **Beiträge zur Wirtschaftlichkeit im Vorrichtungsbau unter besonderer Berücksichtigung der Herstellungsmenge und Art der Vorrichtung selbst.** Von Dr.-Ing. G. Oehler. — **Versuche über die Wirksamkeit und Konstruktion von Räumnadeln.** Von Prof. Dr.-Ing. E. Sachsenberg. Mit 248 Abbildungen im Text. VI, 184 Seiten. 1926. RM 14.40; gebunden RM 15.60

Dritter Band: Neuere Versuche auf arbeitstechnischem Gebiet. (Zweiter Teil.) Von Prof. Dr.-Ing. E. Sachsenberg. — **Beurteilung der Tagesbeleuchtung in Werkstätten vom Standpunkt des Betriebsingenieurs aus.** Von Dr.-Ing. E. Möhler. — **Untersuchungen über die den Zerspanungsvorgang mittels Holzkreissägen beeinflussenden Faktoren.** Von Dr.-Ing. M. Meyer. Mit 76 Abbildungen im Text und auf 2 Tafeln. VI, 118 Seiten. 1926. RM 9.60; gebunden RM 10.80

Vierter Band: Mit etwa 140 Textabbildungen. *Erscheint im Herbst 1927.*

Die Erkenntnis, daß wissenschaftliche Erforschung praktischer Betriebs- und Fabrikationsfragen zu brauchbaren Lösungen führt, hat sich in neuerer Zeit überall durchgesetzt. — Die vorliegenden Arbeiten, die in enger Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis entstanden sind, bieten dem im Betrieb stehenden Ingenieur und Betriebsleiter wertvolle Anregungen für die Rationalisierung der Arbeit und Arhebung der Wirtschaftlichkeit industrieller Betriebe.

Grundlagen der Fabrikorganisation. Von Prof. Dr.-Ing. E. Sachsenberg, Dresden. Dritte, verbesserte und erweiterte Auflage. Mit 66 Textabbildungen. VIII, 162 Seiten. 1922. Gebunden RM 8.—

Aus den zahlreichen Besprechungen:

Das Buch gibt in knapper Form einen guten Überblick über den zweckmäßigen inneren Aufbau einer Fabrik. Die vorliegende Auflage hat sich dem neuen Arbeitsrecht sowie den wesentlich geänderten Arbeitsverhältnissen angepaßt. Vor allem hat die Massen- und Serienfabrikation größere Berücksichtigung gefunden, was sich in den neuen Abschnitten über Terminwesen und in der Umgestaltung des Abschnitts über Kalkulation zeigt. Neu ist auch die Hinzufügung eines alphabetischen Registers. Nicht nur jedem Studierenden kann das Buch empfohlen werden, auch der im Beruf stehende Ingenieur wird manche Anregung aus ihm erhalten. *Dannecker in „Glaser's Annalen“*

Taschenbuch für den Fabrikbetrieb. Bearbeitet von zahlreichen Fachleuten. Herausgegeben von Prof. H. D u b b e l, Ingenieur, Berlin. Mit 933 Textfiguren und 8 Tafeln. VII, 883 Seiten. 1923. Gebunden RM 12.—

Der Inhalt des vorliegenden Werkes gliedert sich in drei Abschnitte, von denen der erste die zur Erzeugung der Leistung dienenden Kraftanlagen und ihre Betriebskontrolle, der zweite die Herstellung und Organisation und der dritte die Anlage und Einrichtung der Fabriken behandelt.

Das Dubbel'sche Betriebstaschenbuch ist auf die steigenden Anforderungen an den Betriebsingenieur zugeschnitten, ist jedoch nicht nur diesem und dem beratenden Ingenieur zu empfehlen, sondern jedem, der mit Neuanlage von Fabriken und der Untersuchung von Maschinen zu tun hat oder sich über moderne Fabrikorganisation zu unterrichten wünscht.

Schriften der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure

Band I: Der Austauschbau und seine praktische Durchführung. Bearbeitet von Prof. Dr. G. Berndt, Obering. Th. Damm, Obering. C. W. Drescher, Obering. G. Frenz, Obering. M. Gohlke, Prof. K. Gottwein, Obering. K. Gramenz, Direktor Dr.-Ing. e. h. E. Huhn, Dr.-Ing. O. Kienzle, Obering. G. Leifer, Direktor Dr.-Ing. e. h. J. Reindl. Herausgegeben von Dr.-Ing. Otto Kienzle. Mit 319 Textabbildungen und 24 Zahlentafeln. VIII, 320 Seiten. 1923. Gebunden RM 8.50

Aus dem Inhalt:

Allgemeine Grundlagen des Austauschbaues. — Die Meßwerkzeuge für den Austauschbau. — Die Schneidwerkzeuge für den Austauschbau. — Passungssysteme. — Die wirtschaftlichen Grenzen der Arbeitsgenauigkeit im Werkzeugmaschinenbau. — Der Austauschbau im Kraftfahrzeugbau. — Die Kugellager im Austauschbau. — Der Austauschbau in der feinmechanischen Industrie (Apparatebau). — Der Austauschbau im Elektromaschinenbau. — Der Austauschbau im Großmaschinenbau. — Der Austauschbau im Lokomotivbau. — Zusammenfassung der Hauptgesichtspunkte für den Austauschbau. — Literaturverzeichnis.

Band II: Lehrbuch der Vorkalkulation von Bearbeitungszeiten. Von Kurt Hegner, Oberingenieur der Ludwig Loewe & Co. A.-G., Berlin. Erster Band: **Systematische Einführung.** Zweite, verbesserte Auflage. Mit 107 Bildern. XI, 188 Seiten. 1927. Gebunden RM 15.—

Aus dem Inhalt:

I. Begriffe und Grundformen für die Vorkalkulation. Begriff der Vorkalkulation. — Maß für die Kalkulationsrechnung. — Elemente der Vorkalkulation. — Begriffe für den Umfang einer Arbeit. — Rechnungsgrößen und Abkürzungen. — II. Methoden zur Errechnung der Maschinen- und Handzeit. Schätzen. — Vergleichen. — Kalkulationsunterlagen auf Grund von Erfahrungswerten. — Kalkulationsunterlagen auf Grund von Zeitstudien. Berechnung von Maschinenzeiten in der kleinen Reihenfertigung und in der Einzelfertigung. — Ermittlung von Akkordzeiten für reine Handarbeit. — Anwendung der verschiedenen Kalkulationsmethoden. — III. Zuschläge. Leistungszuschläge. — Ermüdungszuschläge. — Verlustzuschläge. — Zuschläge zur Maschinenzeit. — Zuschläge für Stahlschleifen. — Zuschläge für andere Stückzahlen, als der Kalkulation zugrunde gelegt. — Zuschläge für Benutzung anderer Werkzeuge, als der Kalkulation zugrunde gelegt. — Zuschläge für hartes Material.

Band III: Spanabhebende Werkzeuge für die Metallbearbeitung und ihre Hilfseinrichtungen. Bearbeitet von Direktor R. Bussien, Obering. A. Cochius, Prokurist K. Gildenstein, Ing. E. Herbst, Direktor W. Hippler, Dr.-Ing. R. Koch, Ing. H. Mauck, Direktor Dr.-Ing. e. h. J. Reindl, Prof. Dr.-Ing. O. Schmitz, Dipl.-Ing. E. Simon, Prof. E. Toussaint. Herausgegeben von Dr.-Ing. e. h. J. Reindl, techn. Direktor der Schuchardt & Schütte A.-G. Mit 574 Textabbildungen und 7 Zahlentafeln. XI, 453 Seiten. 1925. Gebunden RM 28.50

Aus dem Inhalt:

Wirtschaftliches Zerspanen. — Die wirtschaftliche Drehstahlschneide. — Fräser und Messerköpfe. — Bohrer, Senker und Reibahlen. — Herstellung von Schraubengewinden. — Automaten- und Revolverbank-Werkzeuge. — Schleifen und Schleifscheiben. — Das Werkzeugschleifen. — Handelsübliche Spannvorrichtungen. — Vorrichtungen und ihre Konstruktionsgesetze bei der Spanabnahme. — Werkzeuglager, Ausgabe und Revision der Werkzeuge. — Werkstoffe der Werkzeuge. — Härten. — Normung der Werkzeuge.

Band IV: Spanlose Formung. Schmieden, Stanzen, Pressen, Prägen, Ziehen. Bearbeitet von Dipl.-Ing. M. Evers, Dipl.-Ing. F. Großmann, Dir. M. Lebeis, Dir. Dr.-Ing. V. Litz, Dr.-Ing. A. Peter. Herausgegeben von Dr.-Ing. V. Litz, Betriebsdirektor bei A. Borsig G. m. b. H., Berlin-Tegel. Mit 163 Textabbildungen und 4 Zahlentafeln. VI, 152 Seiten. 1926. Gebunden RM 12.60

Aus dem Inhalt:

Das Freiformschmieden. — Gesenkschmieden und Pressen. — Die Verwendung der Schnitte und Stanzen bei der Massenfertigung. — Das Pressen von Nichteisen-Metallen. Prägen und Ziehen.

Über die Eingliederung der Normungsarbeit in die Organisation einer Maschinenfabrik. Von Dipl.-Ing. Friedrich Meyenberg, Berlin. V, 67 Seiten. 1924. RM 3.30

Aus den zahlreichen Besprechungen:

Von der Einführung der Normen in der Praxis ist trotz des Fortschreitens der Normungsarbeiten noch verhältnismäßig sehr wenig zu bemerken. In der vorliegenden Schrift wird gezeigt, welche Widerstände sich der Durchführung der Normung, in erster Linie in der Maschinen-Industrie, entgegenstellen und was für Mittel zur Verfügung stehen, um diese Widerstände zu überwinden. Ferner wird erörtert, wie eng die praktische Normungsarbeit mit der ganzen Organisation einer Maschinenfabrik zusammenhängt. ... Bei der Wichtigkeit des ganzen Fragenkomplexes verdient die Schrift, in welcher die reichen praktischen Erfahrungen des Verfassers niedergelegt sind, die weitgehendste Beachtung.

Jellinek in „Elektrotechnik und Maschinenbau“

Organisation und Leitung technischer Betriebe. Allgemeine und spezielle Vorschläge. Von Ingenieur Fritz Karsten, Betriebsleiter. Mit 55 Formularen. VI, 163 Seiten. 1924. RM 4.20

Warum arbeitet die Fabrik mit Verlust? Eine wissenschaftliche Untersuchung von Krebschäden in der Fabrikleitung. Von William Kent. Mit einer Einleitung von Henry L. Gantt. Deutsche Bearbeitung von Karl Italiener. Zweite, durchgesehene Auflage. 100 Seiten. 1925. RM 2.60

Arbeitsverteilung und Terminwesen in Maschinenfabriken. Von Willy Hippler, Dozent an der Technischen Hochschule Breslau. Mit 107 Textfiguren. IV, 162 Seiten. 1921. Gebunden RM 8.—

H. L. Gantt, Organisation der Arbeit. Gedanken eines amerikanischen Ingenieurs über die wirtschaftlichen Folgen des Weltkrieges. Deutsch von Dipl.-Ing. Friedrich Meyenberg. Mit 9 Textabbildungen. VIII, 82 Seiten. 1922. RM 2.50

Die Kontrolle in gewerblichen Unternehmen. Grundzüge der Kontrolltechnik. Von Dr.-Ing. Werner Grull, München. Mit 89 Textfiguren. X, 226 Seiten. 1921. Gebunden RM 7.—

Die Inventur. Aufnahmetechnik, Bewertung und Kontrolle. Für Fabrik- und Warenhandelsbetriebe dargestellt von Dr.-Ing. Werner Grull, München. Zweite, neubearbeitete Auflage. *In Vorbereitung*

Die betriebswirtschaftliche Organisation in Speditionsgroßbetrieben. Von Ludwig Pontow, Dr. rer. pol., Diplom-Kaufmann. IV, 126 Seiten. 1922. RM 4.—

Das Problem der Industriearbeit. Mechanisierte Industriearbeit, muß sie im Gegensatz zu freier Arbeit Mensch und Kultur gefährden? Von Hugo Borst, Kaufmännischer Leiter der Robert Bosch A.-G. Die Erziehung der Arbeit. Von Dr. W. Hellpach, Staatspräsident und Professor, Karlsruhe. Zwei Vorträge, gehalten auf der Sommer-tagung 1924 des Deutschen Werkbundes. V, 70 Seiten. 1925. RM 2.—

Vorrichtungen im Maschinenbau nebst Anwendungsbeispielen aus der Praxis. Von Otto Lich, Oberingenieur. Zweite, vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 656 Abbildungen im Text. VII, 492 Seiten. 1927. Gebunden RM 26.—

Licht und Arbeit

Betrachtungen über Qualität und Quantität des Lichtes und seinen Einfluß auf wirkungsvolles Sehen und rationelle Arbeit

von

M. Luckiesh

Direktor des Forschungslaboratoriums für Beleuchtung der National Lamp Works der General Electric Co.

Deutsche Bearbeitung von

Ing. Rudolf Lellek

Witkowitz, ö. S. R.

Mit 65 Abbildungen im Text und auf 2 Tafeln sowie einer Farbmustertafel
X, 212 Seiten. 1926. Gebunden RM 15.—

Aus den zahlreichen Besprechungen:

Das vorliegende Werk befaßt sich mit dem Zusammenhang „Licht und Arbeit“. Es gibt uns einen umfassenden Einblick in die Beziehung zwischen Mensch und Licht. Wir sehen, wie sich der Mensch unter dem Einfluß des Lichtes entwickelt, wir lernen die Bedeutung des Tageslichtes für geschlossene Räume kennen. Das immer stärkere Vordringen des künstlichen Lichtes wird behandelt; in Amerika gibt es bereits fensterlose Gebäude, die nur künstlich beleuchtet und ventiliert werden. Der Einfluß der Farbe des Lichtes ist für unsere Tätigkeit, besonders bei Farbarbeiten, sehr wichtig. Die Farbe der Decken und Wände bzw. ihr Reflektionsvermögen spielt im Beleuchtungsproblem eine große Rolle. Sehr ausführlich wird die Frage der zweckentsprechendsten und wirtschaftlichsten Beleuchtungsintensität behandelt, der Einfluß des Lichtes auf das Sehen und auf die Produktion wird gezeigt. Wir hören, welche wirtschaftlichen Ersparnisse und Produktionssteigerungen durch eine zweckentsprechend angelegte und richtig instand gehaltene Beleuchtung zu erzielen sind. Der eminent wichtige Faktor der Beleuchtungsfrage für unser Wirtschaftsleben wird ganz besonders hervorgehoben. Das Buch bekommt dadurch nicht nur großen Wert für den Beleuchtungsfachmann und Ingenieur, sondern darüber hinausgehend für alle Berufstätigen und arbeitswissenschaftlich interessierten Kreise. *Bode in „Zeitschrift des Verbandes deutscher Elektrowerksbetriebe“*

Werkstattbau

Anordnung, Gestaltung und Einrichtung von Werkanlagen
nach Maßgabe der Betriebserfordernisse

Von

Dr.-Ing. Carl Theodor Buff

Zweite, durchgesehene Auflage

Mit 219 Textabbildungen und einer Tafel. VI, 227 Seiten. 1923

Gebunden RM 14.70

Aus den zahlreichen Besprechungen:

In diesem Buche ist die Anordnung, Gestaltung und Einrichtung von Werkanlagen nach Maßgabe der Betriebserfordernisse dargestellt. Es ist für Werkbesitzer und Betriebsleiter bestimmt und soll auch den im Industriebau tätigen Bautechnikern die Betriebsbedürfnisse klarlegen, um ein fruchtbares Zusammenwirken der beiden Fachrichtungen zu ermöglichen, ohne die ein neuzeitlicher Industriebau nicht denkbar ist.

Zentralblatt der Bauverwaltung

II. Kalkulation

Mathematisch-graphische Untersuchungen
über die Rentabilitätsverhältnisse des Fabrikbetriebes

Von

Ingenieur Reinhard Hildebrandt

Mit 31 Abbildungen im Text und auf 7 Tafeln. VII, 79 Seiten. 1925

RM 5.10; gebunden RM 6.60

Aus den zahlreichen Besprechungen:

Das Buch bringt etwas grundsätzlich Neues. Wer sich mit organisatorischen Fragen beschäftigt hat, wußte immer schon, daß der Beschäftigungsgrad eines Werkes von Einfluß ist auf die Höhe der Unkosten, und daß eigentlich der Unkostensatz je nach dem Beschäftigungsgrade geändert werden müßte. Dem Verfasser nun ist es gelungen, unter Verwendung der mathematischen Darstellung einen Weg zu finden, mit einer für die Praxis hinreichenden Genauigkeit obigen Einfluß zu ermitteln und bei Beurteilung und Leistung des Geschäftsganges laufend zur Geltung zu bringen.

Untersucht wird hauptsächlich die Unkosten- und Gewinnberechnung und dabei ein Diagramm herausgearbeitet, das ohne weiteres die verhältnismäßige Höhe der Unkosten und des Gewinnes in Abhängigkeit vom Umsatz erkennen läßt, auch den kritischen Punkt angibt, bei welchem der Gewinn = 0 wird. Der Leiter eines Unternehmens kann auf Grund dieses Diagramms mit großer Sicherheit wichtige Entschlüsse fassen, wie es der Verfasser nach seiner Angabe selbst in langjähriger Praxis erprobt hat.

Der Stoff wird gründlich behandelt, die Darstellung ist klar, Zahlenbeispiele zeigen die praktische Anwendung, sorgfältig gezeichnete Kurvenblätter können bei Anwendung der vorgeschlagenen Methode unmittelbar als wertvolle Hilfsmittel benutzt werden.

Dr.-Ing. H. Haake in „Werft, Reederei, Hafen“

Moderne Zeitkalkulation

Aus der Praxis des allgemeinen Maschinenbaues

bearbeitet von Otto Auerswald, Vorkalkulator

Mit 69 Abbildungen im Text und 42 Tabellen. VIII, 126 Seiten. 1927

RM 6.—; gebunden RM 7.50

Aus dem Inhalt:

Die Zeitkalkulation in ihren Grundlagen und in ihrer Durchführung. — Das Maschinendiagramm. — Die Berechnung der Bearbeitungszeiten an Drehbänken. — Die Berechnung der Laufzeit beim Plandrehen. — Festlegung der Handzeiten. — Erläuterung zum Kalkulationsblatt. — Das Ausreiben zylindrischer und konischer Bohrungen mit Reibahlen auf Drehbänken und Bohrmaschinen. — Die Berechnung der Bearbeitungszeiten an Bohrmaschinen. — Das Gewindeschneiden. — Die Berechnung der Bearbeitungszeiten an Rundschleifmaschinen. — Die Innenschleifmaschine. — Die Zylinderschleifmaschine. — Vertikal- und Horizontalfräsmaschinen. — Keilnuten-Fräsmaschine. — Zahnradfräsen nach dem Teilverfahren. — Zahnradfräsen nach dem Abwälzverfahren. — Das Fräsen von Schneckenrädern. — Die Gewindefräsmaschine. — Die Langhobelmaschine. — Die Shapingmaschine. — Die Stoßmaschine. — Festlegung der Arbeitszugaben.

Fabrikorganisation, Fabrikbuchführung und Selbstkostenberechnung der Ludw. Loewe & Co. A.-G., Berlin

Mit Genehmigung der Direktion zusammengestellt von

J. Lilienthal

Dritte, von Wilhelm Müller revidierte und ergänzte Auflage
Mit einem Geleitwort von Professor Dr.-Ing. G. Schlesinger, Berlin
Mit 133 Formularen. X, 200 Seiten. 1925. Gebunden RM 18.—

Aus den zahlreichen Besprechungen:

Die neueste Auflage obengenannten Werkes enthält alles Wissenswerte aus der Weiterentwicklung dieses Betriebes, dessen Organisation nach folgenden Grundsätzen aufgebaut wurde: 1. Ordnung und klare Übersicht in den Werkstätten und Lagern; 2. Kontrolle der Verwendung des Betriebskapitals; 3. Einwandfreie Berechnung der Selbstkosten zwecks selbständiger Herstellung der Verkaufspreise; 4. Nachweis der Rentabilität jeder Abteilung und des Gewinnes an den einzelnen Fabrikaten; 5. Nachweis der Vermögensbestandteile in den Werkstätten und Lagern zwecks Aufstellung von Zwischenbilanzen in monatlichen oder vierteljährlichen Zeitabschnitten, ohne Inventuraufnahme. Alle diese Punkte sind in dem vorliegenden Werk eingehend behandelt und an zahlreichen Beispielen erläutert, so daß das Studium desselben jedem Werkführer, Buchhalter und Kalkulator von großem Nutzen sein wird.

Schweizerische Werkmeister-Zeitung

Grundlagen der Betriebsrechnung in Maschinenbauanstalten. Von Herbert Peiser, Direktor der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-A.-G. Zweite, erheblich erweiterte Auflage. Mit 5 Textabbildungen. VI, 216 Seiten. 1923. RM 6 50; gebunden RM 8.—

Aus dem Inhalt:

Aufbau der Abteilungen. — Aufbau der Selbstkosten und des Gewinnes. — Unkosten. — Buchhaltung. — Material. — Lohn. — Sonderkosten. — Aufstellung (Montage). — Nachkalkulation und Abrechnung. — Übersicht und Statistik.

Aus den zahlreichen Besprechungen:

... In der vorliegenden Arbeit sind die Wege gezeigt, wie organisationsbedürftige Betriebe allmählich umzugestalten sind. Das Verständnis für die Bedeutung einer sachgemäßen Betriebsrechnung soll durch Klarlegung ihrer Grundlagen geweckt werden. Bei verschiedenen Gelegenheiten wird auch gesagt, wie man es nicht zu machen hat. Es wird gezeigt, wie man mit der Reorganisation eines Betriebes an allen Stellen zugleich beginnen kann. Dem Verfasser haben insbesondere die Werke mit Einzelanfertigung oder Serienanfertigung vor Augen gestanden, da bei den Werken mit gleichbleibender Massenfabrikation die Verhältnisse einfacher liegen...

Ein hervorstechendes Merkmal der vorliegenden Arbeit ist die leichtverständliche Art der Darstellung. Alle Industriekreise, vor allem die der Buchhaltung vielfach unkundigen Ingenieure, auch die Fabrik- und Werkstattdirektoren, Kalkulatoren, Werkstättenvorstände, Verwaltungsbeamte, Betriebsbeamte usw. werden aus dem Buche Nutzen ziehen. *Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen*

Die Selbstkostenberechnung im Fabrikbetriebe. Eine auf praktischen Erfahrungen beruhende Anleitung, die Selbstkosten in Fabrikbetrieben auf buchhalterischer Grundlage zutreffend zu ermitteln. Von O. Laschinski. Dritte, vollständig umgearbeitete Auflage. V, 138 Seiten. 1923. RM 3.50; gebunden RM 4.50

Aus den zahlreichen Besprechungen:

In übersichtlicher Anordnung, knapper Form und flüssiger Darstellung bietet dieses aus der Praxis entstandene und für die Praxis geschriebene Handbuch keine umfangreichen theoretischen Abhandlungen, sondern eine klare, dem Ingenieur wie dem Kaufmann leichtverständliche Besprechung aller grundlegenden Begriffe und Regeln, die für die Selbstkostenberechnung solcher Fabrikbetriebe in Betracht kommen, bei denen der unmittelbare Arbeitsaufwand in dem Prozeß der Warenherstellung eine wesentliche Rolle spielt...

Der Zusammenhang zwischen der Betriebs- und Hauptbuchhaltung, das Zusammenwirken von Techniker und Kaufmann, der Aufbau der Betriebsbuchhaltung, der Lagerbuchführung usw. im Rahmen der Hauptbuchhaltung werden besonders eingehend dargestellt und in enger Anlehnung an die Praxis mit geschickt gewählten Beispielen der Verlauf und der Aufbau einer allen Anforderungen entsprechenden modernen Selbstkostenberechnung gezeigt, so daß das Buch jedem Betriebsfachmann oder Kaufmann eine wertvolle Hilfe und ein schwer ersetzbares Nachschlagewerk sein wird. *Dipl.-Ing. Florian in Maschinenbau*

Neuzeitliche Vorkalkulation im Maschinenbau. Von Fr. Hellmuth, Techn. Chefkalkulator, Zürich, und Fr. Wernli, Betriebsingenieur, Baden. Mit 128 Abbildungen im Text und zahlreichen Tabellen. V, 219 Seiten. 1924. Gebunden RM 11.—

[*Hellmuth-Wernli, Neuzeitliche Vorkalkulation im Maschinenbau*]

Aus dem Inhalt:

I. Allgemeine Grundlagen der Vorkalkulation: Vorkalkulation in Beziehung zur kaufmännischen Buchführung. — Aufstellung von Arbeitsplänen und Unterteilung des Arbeitsvorganges zur Ermittlung der Zeiten. — Die Berechnung der Maschinenlaufzeiten. — Zeitstudien. — II. Die praktische Durchführung der Vorkalkulation. — Werkzeugmaschinen mit kreisender Schnittbewegung. — Drehbänke. — Senkrecht-Drehbänke. — Revolver-Drehbänke. — Bohrmaschinen — Schleifmaschinen. — Fräsmaschinen. — Werkzeugmaschinen mit geradliniger Schnittbewegung.

Die Vorkalkulation im Maschinen- und Elektromotorenbau nach neuzeitlich-wissenschaftlichen Grundlagen. Ein Hilfsbuch für Praxis und Unterricht von Ingenieur Friedrich Kresta, technischer Kalkulator. Zweite, völlig umgearbeitete und vermehrte Auflage. Mit etwa 118 Abbildungen, etwa 70 Tabellen und 9 logarithmischen Tafeln. *Erscheint im Herbst 1927.*

Das Werk — aus der Feder eines Erfahrenen, durch jahrelanges Beobachten und Arbeiten mit der Materie bestens vertrauten Fachmannes — bringt alle zur Berechnung der Laufzeiten erforderlichen Formeln, Tabellen, log. Tafeln und Anleitungen sowie viele Beispiele, die es dem Kalkulationsbeamten, Werkmeister und Betriebsleiter ermöglichen, rasch und sicher die Laufzeiten zu berechnen.

Durch seine Reichhaltigkeit und Gründlichkeit sowie auch klare und deutliche Darstellung, die Vorkalkulation betreffend, wird ein Werk geschaffen, das jedermann bestens empfohlen werden kann.

Die Nachkalkulation nebst zugehöriger Betriebsbuchhaltung in der modernen Maschinenfabrik. Für die Praxis bearbeitet unter Zugrundelegung von Organisationsmethoden der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau A.-G., Berlin. Von J. Mü n d s t e i n. Mit 30 Formularen und Beispielen. VI, 78 Seiten. 1920. RM 2.40

Die Taxation maschineller Anlagen. Von Dr. Felix Moral, Zivilingenieur und beidigter Sachverständiger. Dritte, neubearbeitete und vermehrte Auflage. IV, 89 Seiten. 1922. RM 3.80; gebunden RM 5.—

Die Abschätzung des Wertes industrieller Unternehmungen. Von Dr. Felix Moral, Zivilingenieur und beidigter Sachverständiger. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. VIII, 160 Seiten. 1923. RM 4.—; gebunden RM 5.—

Revision und Reorganisation industrieller Betriebe. Von Dr. Felix Moral, Zivilingenieur und beidigter Sachverständiger. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. IX, 138 Seiten. 1924. RM 3.60; gebunden RM 4.50

Die Werterhaltung in der Unternehmung und das einschlägige Steuerrecht. Von Dipl.-Kaufmann Fabrikdirektor A. Römer. 55 Seiten. 1923. RM 1.25

Betriebswirtschaftliche Zeitfragen. Herausgegeben von der Gesellschaft für Betriebsforschung E. V., Frankfurt a. M. (ehemals Gesellschaft für wirtschaftliche Ausbildung). Schriftleiter: Privatdozent Dr. Arthur Heber, Frankfurt a. M., Bockenheimer Anlage 45.

1. Serie: **Der Geldwertausgleich in der Bilanz.**

Erstes Heft: **Goldmarkbilanz.** Von Dr. E. Schmalembach, Professor der Betriebswirtschaftslehre an der Universität Köln. Dritte Auflage. *In Vorbereitung*

Selbstkostenberechnung in der Gießerei. Grundsätze, Grundlagen und Aufbau mit besonderer Berücksichtigung der Eisengießerei. Von Ernst Brüttsch. Mit 6 Tabellen. VI, 70 Seiten. 1926. RM 4.80

Kalkulation und Zwischenkalkulation im Großbaubetriebe. Gedanken über die Erfassung des Wertes kalkulativer Arbeit und deren Zusammenhänge. Von Rudolf Kundigraber. Mit 4 Abbildungen. IV, 58 Seiten. 1920. RM 2.50

Kostenberechnung im Ingenieurbau. Von Dr.-Ing. Hugo Ritter, Berlin. VI, 114 Seiten. 1922. RM 3.40

Betriebskosten und Organisation im Bauwesen. Ein Beitrag zur Erleichterung der Kostenanschläge für Bauingenieure mit zahlreichen Tabellen der Hauptabmessungen der gangbarsten Großgeräte. Von Dipl.-Ing. Dr. Georg Garbotz, Privatdozent an der Technischen Hochschule Darmstadt. Mit 23 Textabbildungen. IV, 124 Seiten. 1922. RM 4.20

Organisation und Betriebsführung der Bontiefbaustellen. Von Baurat Dr.-Ing. A. Agatz, Bremen. Mit 29 Abbildungen und Musterformularen. 88 Seiten. 1923. RM 3.60

[Betriebswirtschaftliche Zeitfragen]

Zweites Heft: **Wirtschaftsunruhe und Bilanz.** Von Dr. Erwin Geldmacher, Privatdozent der Betriebswirtschaftslehre an der Universität Köln. I. Teil: **Grundlagen und Technik der bilanzmäßigen Erfolgsrechnung.** Mit 15 Abbildungen. IV, 66 Seiten. 1923. RM 2.50

Drittes Heft: **Der organische Aufbau des industriellen Rechnungswesens, insbesondere die Zwei- und Dreiteilung der Abrechnung.** Von Diplomkaufmann Hans Bergmeir. IV, 56 Seiten. 1926. RM 3.90

Viertes Heft: **Goldkreditverkehr und Goldmark-Buchführung.** Von Dr. W. Mahlberg, Professor der Betriebswirtschaftslehre an der Handelshochschule Mannheim. Mit 12 Abbildungen. IV, 46 Seiten. 1923. RM 1.80

2. Serie: **Das Abrechnungswesen in der Fabrik.**

Fünftes Heft: **Die Verrechnungspreise in der Selbstkostenrechnung industrieller Betriebe.** Von Dr. Theodor Beste, Privatdozent der Betriebswirtschaftslehre an der Universität Köln. 68 Seiten. 1924. RM 3.—

Sechstes Heft: **Intensitätsmessung in der Industrie.** Von Dipl.-Ing. W. Steinthal. Mit 26 Abbildungen. 57 Seiten. 1924. RM 2.70

Siebentes Heft: **Der Einfluß des Beschäftigungsgrades auf die industrielle Kostenentwicklung.** Von Herbert Peiser, Mitglied des Vorstandes der Bamag-Meguin A.-G., Berlin. Mit 13 Abbildungen. 22 Seiten. 1924. RM 1.80

Achtes Heft: **Industrielle Selbstkosten bei schwankendem Beschäftigungsgrad.** Von Fabrikdirektor Dr.-Ing. H. Müller-Bernhardt. Mit 10 Abbildungen. 32 Seiten. 1925. RM 3.—

III. Buchführung

Buchhaltung und Bilanz

auf wirtschaftlicher, rechtlicher und mathematischer Grundlage
für Juristen, Ingenieure, Kaufleute und Studierende der Privatwirtschaftslehre
mit Anhängen über „Bilanzverschleierung“ und „Teuerung, Geldentwertung und Bilanz“
Von

Prof. Dr. hon. c. Joh. Friedrich Schär

gew. ordentl. Professor der Universität Zürich, Professor und weil. Rektor der Handelshochschule Berlin

Fünfte, durchgesehene und erweiterte Auflage.
XXIV, 496 Seiten. 1922. Gebunden RM 15.—

Aus den zahlreichen Besprechungen:

... Für den, der sich die Auffassung des Buches zu eigen macht, gibt es kein unsicheres und scheues Ausweichen vor buchhaltungstechnischen Fragen mehr, auch nicht, wenn sie sich in großen und mannigfaltigen Betrieben stellen. . . Weil Professor Schärs Buch diese Einsicht vermittelt, ermöglicht es dem Leser das Erkennen der unveränderlichen systematischen Grundlagen jeder Methode, selbst in der verwirrenden Vielgestaltigkeit größter Betriebe. Das Ergebnis des Studiums ist das selbständige Urteil des Lesers. Dies aber ist Endziel und höchstmöglicher Ertrag jedes lehrenden Bestrebens. *Der Kaufmännische Ratgeber*

Die systematische (doppelte) Buchführung. Grundlage, System und Technik. Von Dipl.-Handelslehrer Max Schau, Hamburg. Mit 2 Tafeln. VII, 103 Seiten. 1923. RM 2.—

Aus dem Inhalt:

Die Grundlagen und das System. Die Bilanzgleichung $A = P + K$. — Die Entwicklung des Kontensystems. — Bestand-, Erfolgs- und gemischte Konten. — Darstellung des Gesamtsystems.

Die Bücher der Systematischen Buchführung und ihr Zusammenhang. Vorbemerkung und Geschäftsgang. — Das Hauptbuch. — Die Grundbücher der sogenannten Italienischen Buchführung. — Die Grundbücher der sogenannten Deutschen Buchführung. — Die Hilfsbücher. — Sonstige wichtige Buchhaltungsformen. — Die Nebenbücher. — Rechnungsproben und Buchungsfehler. — Die gesetzlichen Ordnungsvorschriften.

Buchführung und Bücherabschluß bei der industriellen Aktiengesellschaft. Von Fabrikdirektor Johannes Curt Porzig, Dresden. Mit 28 Formularen. V, 94 Seiten. 1923. RM 2.70; gebunden RM 3.60

Buchführung für Klein- und Großbetriebe mit Anleitung zu den Steuererklärungen. Von Dr. Th. Meinecke, Winsen a. d. Luhe. Mit zahlreichen Buchungsbeispielen. IV, 27 Seiten. 1923. RM 1.50

Werkstättenbuchführung für moderne Fabrikbetriebe. Von Dipl.-Ing. C. M. Lewin. Zweite, verbesserte Auflage. VIII, 152 Seiten. 1918. Unveränderter Neudruck. 1922. RM 6.—

Betriebsverrechnung in der chemischen Großindustrie. Von Dr. rer. pol. Albert Hempelmann, D. H. H. C. VI, 107 Seiten. 1922. RM 4.80

IV. Taylor-System

Taylor-System und Physiologie der beruflichen Arbeit. Von Prof. J. M. Lahy, Paris. Deutsche autorisierte Ausgabe von Dr. J. Waldsburger. Mit 11 Abbildungen. XVI, 154 Seiten. 1923. RM 4.—; gebunden RM 5.—

Aus dem Inhalt:

Einleitung. Die Grundsätze von W. Taylor und ihre Verbreitung in der industriellen Welt. — Die Definition des Systems nach W. Taylor. — Wissenschaftliche Bewegungs- und Zeitstudien. — Die berufliche Auslese. — Die Löhne. — Die innere Organisation des Betriebs. — Der moderne Fabrikbetrieb. — Der nach den Grundsätzen von W. Taylor organisierte Betrieb. — Die Physiologie der Arbeit nach W. Taylor und das Problem der Ermüdung. — Die wissenschaftliche Feststellung der Ermüdung bei Arbeitsleistungen, die keine Muskelanstrengungen erfordern. — Der Wert des Taylor-Systems und das Problem der wissenschaftlichen Organisation der menschlichen Arbeit. — Gesamtübersicht und Kritik des Systems. — Objektive Definition des Taylor-Systems. — Die gegenwärtigen Probleme der psychophysiologischen Organisation der beruflichen Arbeit. — Die gegenwärtig anzuwendende Methode zur Untersuchung der beruflichen Tätigkeit.

Das ABC der wissenschaftlichen Betriebsführung. Primer of Scientific Management. Von Frank B. Gilbreth. Nach dem Amerikanischen frei bearbeitet von Dr. Colin Roß. Mit 12 Textfiguren. VII, 78 Seiten. 1917. Vierter, unveränderter Neudruck. 1925. RM 2.50

Aus dem Inhalt:

Das Wesen der wissenschaftlichen Betriebsführung. — Die Grundbegriffe der wissenschaftlichen Betriebsführung. — Die wissenschaftliche Betriebsführung und Lohn. — Die Anwendung der wissenschaftlichen Betriebsführung. — Wissenschaftliche Betriebsführung und Arbeit. — Wissenschaftliche Betriebsführung und Staat.

Aus der Praxis des Taylor-Systems mit eingehender Beschreibung seiner Anwendung bei der Tabor Manufacturing Company in Philadelphia. Von Dipl.-Ing. Rudolf Seubert. Mit 45 Abbildungen und Vordrucken. Vierter, berichtigter Neudruck. 9.—13. Tausend. VIII, 158 Seiten. 1920. Gebunden RM 6.—

Kritik des Taylor-Systems. Zentralisierung — Taylors Erfolge — Praktische Durchführung des Taylor-Systems — Ausbildung des Nachwuchses. Von Gustav Frenz, Oberingenieur und Betriebsleiter der Maschinenfabrik Thyssen & Co. in Mülheim (Ruhr). VIII, 113 Seiten. 1920. RM 4.—

V. Sozialpsychologie und Psychotechnik

Sozialpsychologische Forschungen des Instituts für Sozialpsychologie an der Techn. Hochschule Karlsruhe, herausgegeben von Prof. Dr. phil. et med. Willy Hellpach, Vorstand des Instituts.

Erster Band: **Gruppenfabrikation.** Von R. Lang, Untertürkheim, und W. Hellpach, Karlsruhe. X, 186 Seiten. 1922. RM 4.80

[Sozialpsychologische Forschungen]

Aus den zahlreichen Besprechungen:

... Das Ziel, das die „Sozialpsychologischen Forschungen“ sich gesetzt haben, Menschen aufwärts zu führen, leuchtet — bei aller wirklichkeitsnahen Sachlichkeit — überall in dem Werke hervor. Die „Gruppenfabrikation“ von Lang und Hellpach ist ein weiterer Beitrag zu einer Psychotechnik des Betriebslebens, die nicht abstrakte Laboratoriumsbegriffe, sondern das Leben als Grundlage nimmt, so wie es sich uns im Kampfe, in der Arbeit zeigt ... Das Werk bietet reichste Anregung für den denkenden Praktiker, einen Leitfaden seltener Tiefe für den Betriebsfachmann. *Dr.-Ing. Friedrich in „Werkstattstechnik“*

Zweiter Band: Werkstattaussiedlung. Untersuchungen über den Lebensraum des Industriearbeiters. In Verbindung mit Eugen May, Dreher in Münster a. N., und Dr. jur. Martin Grünberg, Stuttgart, herausgegeben von Prof. Dr. jur. et phil. Eugen Rosenstock. VI, 286 Seiten. 1922. RM 6.—

Aus dem Inhalt:

Einleitung. — Jenseits von Sozialpolitik und Arbeitsrecht. — Die Werkstatt. — Die Umwandlung der Fabrik. — Kommandite. — Die Rolle Amerikas. — Die neue Front. — Der Sinn der Zielsetzung. — Anhang: Aus den Papieren der Daimler-Werk-Zeitung. Aus der „Werkstattaussiedlung“. Entwurf eines Werkstattaussiedlungsvertrages. — Jungmarxistische Thesen zur „Werkstattkommandite“. Reglement aus der Pariser Nationaldruckerei. Französisches Enquete-Formular.

Dritter Band: Planwerk und Gemeinwerk. Eine Untersuchung des menscheseelischen Leistungs-, Entwicklungs- und Gestaltungskräfte im Arbeitsleben der Gegenwart. Von Prof. Dr. Willy Hellpach, Karlsruhe. *In Vorbereitung*

Die psychologischen Probleme der Industrie. Von Frank Watts, M.-A., Dozent der Psychologie an der Universität Manchester und an der Abteilung für industrielle Verwaltung der Gewerbeakademie von Manchester. Deutsch von Herbert Frhr. Grote. Mit 4 Textabbildungen. VIII, 221 Seiten. 1922. RM 5.50; gebunden RM 7.—

Aus dem Inhalt:

Vorwort. Der psychologische Gesichtspunkt in der Industrie. — Ermüdung und mangelhafte Leistung in der Industrie. — Die Beseitigung der Ermüdung durch Bewegungsstudium. — Berufsauslese. — Wissenschaftliche Betriebsführung und Arbeiterschaft. — Die Ruhelosigkeit des industriellen Lebens. — Der Schaffenstrieb in der Industrie. — Schluß. — Sachverzeichnis.

Soziale und technische Wirtschaftsführung in Amerika. Gemeinschaftsarbeit und sozialer Ausgleich als Grundlage industrieller Höchstleistung. Von Prof. Dr.-Ing. W. Müller, Regierungsbaurat a. D. Mit 45 Abbildungen auf Tafeln VI, 214 Seiten. 1926. RM 7.20; gebunden RM 8.40

Aus dem Inhalt:

Allgemeines über Charakter und Lebensweise des Amerikaners. — Allgemeine Gesichtspunkte über die Industrie. — Der industrielle Betrieb. — Die Arbeitsgesetzgebung. — Das Versicherungswesen. — Das Fortbildungsschulwesen. — Die Einkommenbesteuerung. — Die Wirtschaftsbilanz des Arbeiterhaushaltes. — Das private Leben des Arbeiters und seine Stellung in der bürgerlichen Gesellschaft. — Die Stellung des Arbeiters zum Staat, der bürgerlichen Gesellschaft und der Industrie. — Was lehren uns die amerikanischen Verhältnisse. — Ausblicke.

Aus den zahlreichen Besprechungen:

In der zahlreichen Amerikaliteratur der letzten Zeit nimmt das vorliegende Werk einen hervorragenden Platz ein. Auf Grund einer Studienreise in den Vereinigten Staaten schildert der Verfasser eingehend die industriellen und sozialen Verhältnisse der amerikanischen Industrie. — Als Techniker geht er besonders auf die Betriebseinrichtungen der Maschinenindustrie ein. Er zeigt, wie durch zweckmäßige Betriebsorganisation Höchstleistungen erreicht werden und Höchstlöhne erzielt werden können. Ebenso eingehend werden die sozialen Verhältnisse geschildert. Der Einfluß des Versicherungswesens und der Besteuerung auf die wirtschaftliche Lage des einzelnen Unternehmers und Arbeiters wird ebenfalls eingehend dargestellt. Von besonderem Interesse dürften die Ausführungen über die Kosten eines amerikanischen Arbeiterhaushaltes sein. Die außerordentlich sorgfältige Materialzusammenstellung und die zuverlässigen statistischen Unterlagen müssen an dem Werk besonders gerühmt werden. Durch eine Anzahl Illustrationen wird das Werk weiter vervollständigt. *Magdeburgische Zeitung*

Das Wirtschaftssystem Fords. Eine theoretische Untersuchung. Von Dr.-Ing., Dr. rer. pol. W. G. Waffenschmidt, Privatdozent an der Universität Heidelberg. Mit 20 Abbildungen. IV, 46 Seiten. 1926. RM 1.80

Bewegungsstudien. Vorschläge zur Steigerung der Leistungsfähigkeit des Arbeiters. Von Frank B. Gilbreth. Freie deutsche Bearbeitung von Dr. Colin Roß. Mit 20 Abbildungen auf 7 Tafeln. VI, 54 Seiten. 1921. RM 2.50

Zeitstudien bei Einzelfertigung. Von Dr.-Ing. Hans Kummer. Mit 41 Textabbildungen.
VI, 114 Seiten. 1926. RM 9.60

Kritik des Zeitstudienverfahrens. Eine Untersuchung der Ursachen, die zu einem Mißerfolg
des Zeitstudiums führen. Von J. M. Witte. Mit 2 Tafeln. VI, 70 Seiten. 1921. RM 2.—

Die Experimentalpsychologie im Dienste des Wirtschaftslebens. Von Professor Dr.
Walther Moede. Zweite, neubearbeitete und wesentlich vermehrte Auflage.
In Vorbereitung

Psychotechnik und Taylor-System. Von Betriebsingenieur K. A. Tramm, Berlin. In zwei
Bänden.

Erster Band: **Arbeitsuntersuchungen.** Mit 89 Abbildungen. VIII, 140 Seiten. 1921.
RM 4.50; gebunden RM 5.50

Zweiter Band: **Eignungsprüfung, Einstellung und Anlernung von Arbeitskräften.**
In Vorbereitung

Psychotechnik der Buchführung. Von Hugo Meyerheim. (Bücher der industriellen
Psychotechnik. Herausgegeben von Prof. Dr. W. Moede, Berlin. Dritter Band.) Mit
etwa 30 Textabbildungen. *Erscheint Ende Juli 1927.*

Arbeit und Ermüdung. Von Professor Dr. E. Atzler-Berlin, Gewerbemedizinalrat Dr.
H. Betke-Wiesbaden, Dr. H. Lehmann-Berlin, Prof. Dr. E. Sachsenberg-Dresden.
(Bildet Beiheft 7 der „Beihefte zum Zentralblatt für Gewerbehygiene und Unfallverhütung“;
herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Gewerbehygiene in Frankfurt a. M.)
Mit 44 Textabbildungen. IV, 91 Seiten. 1927. RM 4.80

Zur Kenntnis des Energieverbrauches beim Maschinenschreiben. Von Dr. med. et phil.
Hermann Schroetter, Wien. (Erweiterter Sonderabdruck aus Pflügers Archiv für die
gesamte Physiol. der Menschen und der Tiere, Bd. 207, Heft 4.) Mit 3 Textabbildungen.
39 Seiten. 1925. (Verlag von Julius Springer in Wien.) RM 2.—

Rationalisierung der Schreibmaschine und ihrer Bedienung. Psychotechnische Arbeits-
studien von Dr.-Ing. E. A. Klockenberg. (Bücher der industriellen Psychotechnik. Heraus-
gegeben von Prof. Dr. W. Moede, Berlin. Zweiter Band.) Mit 70 Textabbildungen und
40 Tabellen. VIII, 202 Seiten. 1926. RM 12.—; gebunden RM 12.90

Aus dem Inhalt:

Einleitung. — Rationalisierung der Schreibmaschinenkonstruktion, Blindschreiben
und Tippen. — Statische Beanspruchung des Schreibers. — Dynamische Beanspruchung des Schreibers. —
Mögliche Hand-Leistung des Schreibers und Folgerungen für die Maschinenkonstruktion. — Sonstige er-
forderliche Leistungen. — Die Eignungsprüfung. Körperliche Leistungen, Funktionen, All-
gemeines. — Die eigentliche Prüfung. — Erfolgskontrolle.

Richtige Reklame. Berechtigte deutsche Bearbeitung der Schrift „Tipper-Hollingworth-
Hotchkiss-Parsons, The Principles of Advertising“. Von Dr. phil. Hans
Hahn. (Bücher der industriellen Psychotechnik. Herausgegeben von Prof. Dr. W. Moede,
Berlin. Erster Band.) *In Vorbereitung*

Die Absatztechnik der amerikanischen industriellen Unternehmung. Von Dr. Otto
R. Schnutenhaus. VI, 171 Seiten. 1927. RM 8.50; gebunden RM 10.—

Der Weg zum Käufer. Eine Theorie der praktischen Reklame von Kurt Th. Fried-
laender, Dr. jur. et rer. pol. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 144 Abbildungen im
Text. X, 198 Seiten. 1926. Gebunden RM 12.—

Verkäufer — Firma — Kunde. Wie Amerika Verkaufskunst lehrt. Von Kurt Th. Fried-
laender, Dr. jur. et rer. pol. VIII, 236 Seiten. 1926. Gebunden RM 15.—

WERKSTATTSTECHNIK

ZEITSCHRIFT FÜR FABRIKBETRIEB
UND HERSTELLUNGSVERFAHREN

HERAUSGEGEBEN VON DR.-ING. G. SCHLESINGER
PROFESSOR AN DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE BERLIN

Erscheint am 1. und 15. jeden Monats — Preis vierteljährlich für das In- und Ausland RM 6.— zuzüglich Porto
Einzelheft RM 1.25

Probeheft steht auf Wunsch gern kostenlos zur Verfügung

Die „Werkstattstechnik“ ist ein unentbehrliches Hilfsmittel für jeden Betriebsmann als zuverlässigster Ratgeber in allen betriebstechnischen Fragen. Dem Betriebsleiter gibt sie die Mittel an die Hand, die Organisation des Betriebes durch Verschweißung von Vorbereitung, Führung und Kontrolle der Arbeit zur Rentabilität des Unternehmens auszubauen. Dem kaufmännischen Leiter und dem Bürobeamten vermittelt sie Musterbeispiele aus der Fabrikorganisation in allen Einzelheiten der Buchführung, Lohnberechnung, Lagerverwaltung, der Reklame, Montage usw. Dem Ingenieur und dem Techniker zeigt sie neuzeitliche Fabrikationsverfahren, Neuerungen in Werkzeugmaschinen usw.

INDUSTRIELLE PSYCHOTECHNIK

Angewandte Psychologie
in Industrie · Handel · Verkehr · Verwaltung

Herausgegeben von

PROF. DR. W. MOEDE

Technische Hochschule zu Berlin — Handelshochschule Berlin

Monatlich ein Heft von 32—40 Seiten Quartformat

Vierteljährlich RM 8.—; Einzelheft RM 3.—

Probeheft steht auf Wunsch gern kostenlos zur Verfügung

Das Zentralorgan für Anwendung und Nutzbarmachung der Psychologie auf praktisch wirtschaftliche Fragen, für Rationalisierung und Organisation der menschlichen Arbeit.