

Neuzeitliche Vorkalkulation im Maschinenbau

Von

Fr. Hellmuth und **Fr. Wernli**

Techn. Chefkalkulator, Zürich

Betriebsingenieur. Baden

Mit 128 Abbildungen im Text und
zahlreichen Tabellen



Berlin
Verlag von Julius Springer
1924

ISBN-13: 978-3-642-98588-1 e-ISBN-13: 978-3-642-99403-6
DOI: 10.1007/978-3-642-99403-6

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

Copyright 1924 by Julius Springer in Berlin.

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1924

Vorwort.

Die während unserer langjährigen Tätigkeit oft an uns gerichteten Fragen über das Entstehen der Stücklöhne, mehr noch die sehr oft geäußerten Wünsche nicht nur von uns angelernter Vorkalkulatoren, sondern auch von Werkmeistern, Technikern und vielen andern Betriebsbeamten, die der Kalkulation Interesse entgegenbringen, haben uns veranlaßt, unsere Erfahrungen der Allgemeinheit zugänglich zu machen.

Das Buch soll vor allen Dingen ein Lehrbuch für den nur mit praktischen Kenntnissen ausgerüsteten Betriebsbeamten, zugleich aber auch ein Nachschlagebuch für den im Fache tätigen Vorkalkulator und Techniker sein.

Eine große Zahl von Fragen an die Verfasser ließ es zweckmäßig erscheinen, im einleitenden Teil einige mit der Vorkalkulation innig verknüpfte Gebiete der Betriebswissenschaften zu berühren. Diese Gebiete sind jedoch in erschöpfender Weise von hervorragenden Gelehrten und Forschern, wie Taylor, Wallichs, Brearley, Gilbreth, Seubert, Fischer u. a. m., in zumeist umfangreichen Werken, veröffentlicht und werden daher hier nur kurz gestreift.

Herrn Dr.-Ing. W. Hoeniger, Oberingenieur der Fritz Werner A.-G. in Berlin, danken wir für seine Unterstützung und Ratschläge bei der Durchsicht des Buches.

Die geehrten Fachgenossen bitten wir um nachsichtige Beurteilung des Buches, denn es ist

aus der Praxis — für die Praxis.

Zürich-Baden, im Oktober 1923.

Die Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

Erster Teil.

Allgemeine Grundlagen der Vorkalkulation.

	Seite
I. Vorkalkulation in Beziehung zur kaufmännischen Buchführung	1
II. Aufstellung von Arbeitsplänen und Unterteilung des Arbeitsvorganges zur Ermittlung der Zeiten	5
III. Die Berechnung der Maschinenlaufzeiten	15
a) Grundlegende Begriffe	15
b) Bestimmende Faktoren für die Wahl von Schnittgeschwindigkeit und Vorschub.	23
c) Ermittlung der auf den Werkzeugmaschinen tatsächlich herzustellenden Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe	26
d) Entwicklung der Hauptgleichungen für die Berechnung der Maschinenzeiten	33
e) Berücksichtigung der Zugaben, Anlauf- und Auslaufwege bei Benutzung der Hauptgleichungen	36
IV. Zeitstudien	37
1. Bewegungs-Zeitstudien S. 38 — 2. Leistungs-Zeitstudien S. 38 — 3. Gesamtzeitstudien S. 38	

Zweiter Teil.

Die praktische Durchführung der Vorkalkulation.

A. Werkzeugmaschinen mit kreisender Schnittbewegung	44
I. Drehbänke	45
a) Dreharbeiten und ihre Laufzeiten	45
Langdrehen S. 45 — Plandrehen S. 48 — Gewindeschneiden S. 50 — Bohren S. 54 — Innendrehen S. 54 — Kegelig-Drehen S. 54 — Sonder-Arbeiten S. 55	
b) Tabellen mit Geschwindigkeit- und Zeitangaben	55—67
c) Beispiele	
Spitzendrehbank 150 × 1000 mm	67
Spitzendrehbank 250 × 1000 „	70
Spitzendrehbank 250 × 2700 „	76
Spitzendrehbank 400 × 3000 „	81
Spitzendrehbank 900 × 7000 „	84
II. Senkrecht-Drehbänke	89
a) Beispiele	
Senkrecht-Drehbank 800 mm Drehtisch-Durchmesser	90
Senkrecht-Drehbank 2000 „ „ „	92
Senkrecht-Drehbank 4000 „ „ „	98
III. Revolver-Drehbänke	100
a) Revolverbankwerkzeuge, Berechnung der Laufzeiten	100
b) Tabellen mit Zeitangaben	103—106

	Seite
c) Beispiele	
Revolverbank 22 mm Durchgang	107
Revolverbank 55 „ „	110
Revolverbank 82 „ „	112
Revolverbank 90 „ „	113
Abstechmaschine, 80 mm Durchgang	115
Gewindeschneidmaschine, 3 $\frac{1}{2}$ Zoll Durchgang	117
IV. Bohrmaschinen	120
a) Berechnung der Laufzeiten und der Bohrerspitze	120
Lochbohren S. 120 — An- oder Einfräsungen S. 122 —	
Gewindeschneiden S. 122 — Ausreiben S. 123	
b) Tabellen mit Zeitangaben	125—157
c) Beispiele	
Mehrspindlige Schnellbohrmaschine	158
Radialbohrmaschine, größter Bohrerdurchmesser 40 mm	160
Radialbohrmaschine, „ „ 65 „	162
V. Schleifmaschinen	163
a) Die verschiedenen Schleifverfahren und die Berechnung	
ihrer Laufzeiten	163
Rund- und Außenschleifen S. 163 — Schälen und Form-	
schleifen S. 164 — Einstechverfahren S. 164 — Flächen-	
schleifen S. 167 — Senkrechtschleifen S. 168 — Plan-	
schleifen S. 169 — Formschleifen S. 170 — Innen- und	
Kegligschleifen S. 171	
b) Tabellen mit Zeitangaben	171—174
c) Beispiele	
Rundschleifmaschine 220 × 2000 mm	175
VI. Fräsmaschinen	178
a) Berechnung der Laufzeiten bei den verschiedenen Fräs-	
verfahren	178
Fräseereinlauf S. 179 — Fräseereinlauf beim Arbeiten mit	
einem Stirnfräser S. 180 — Fräserauslauf S. 184 —	
Fräsen von Stirnrädern S. 185 — Fräsen von Schnecken-	
rädern S. 187 — Abwälzverfahren S. 188 — Achsial- und	
Tangentiaalverfahren S. 188 — Spiralarbeiten S. 189 —	
Fräsen von Schraubenrädern und Schnecken S. 189 —	
Teilverfahren S. 189 — Wälzverfahren S. 190	
b) Tabellen für Arbeitszeiten	190—191
c) Beispiele	
Einfache Ständerfräsmaschine 450 × 100 mm	192
Senkrechtfräsmaschine 1200 × 180 mm	193
Universal-Fräsmaschine 1600 × 400 mm	195
Lang- und Senkrechtfräsmaschine 4200 × 1000 mm	201
B. Werkzeugmaschinen mit geradliniger Schmittbewegung	206
a) Bestimmung der Laufzeiten S. 206 — Beispiel einer Ma-	
schinenaufnahme S. 209	
b) Beispiele	
Shapingmaschine 400 × 800 mm	212
Tisch-Hobelmaschine 1800 × 500 mm	214
Tisch-Hobelmaschine 3500 × 1200 mm	215

Erster Teil.

Allgemeine Grundlagen der Vorkalkulation.

I. Das Wesen der Vorkalkulation und ihre Beziehung zur kaufmännischen Buchführung.

(Nachkalkulation, Offertkalkulation, Zeitlohn und Stücklohn.)

Was versteht man unter „Kalkulation“?

Das Wort „Kalkulieren“ bedeutet „rechnen“. Der Kaufmann verwendet dieses Wort besonders für solche Arten von Rechnungen, die sich auf die Bestimmung der Selbstkosten seiner Waren beziehen.

Die Errechnung der Selbstkosten ist im kaufmännischen Betriebe wichtig, weil die Selbstkosten die Grundlage bilden für die Angabe eines Preises beim Angebot und ferner, weil aus der Differenz zwischen dem tatsächlich erzielten Erlös und den Selbstkosten hervorgeht, ob und wieviel bei einem Warengeschäft verdient wurde.

Solange nicht etwa die Preise oder die Münzeinheit schwanken, ist die Bestimmung der Selbstkosten für den Kaufmann nicht schwierig: je nachdem die Ware an ihrem Ursprungsort oder „frei Haus“ des eigenen Wohnorts gekauft wurde, müssen zum Einkaufspreis Frachten und gegebenenfalls Lager- und Versicherungsgebühren zugeschlagen werden; in einzelnen Fällen ist der Preis für die Gewichtseinheit nachträglich zu erhöhen, weil durch Beschädigung oder durch natürlichen Schwund das beim Einkauf bezahlte Gewicht sich verringert hat.

Rechnet man zu diesem Preise die Aufwendungen für Miete, Beleuchtung, Gehälter usw., d. h. die sogenannten „Handlungsunkosten“ hinzu, so erhält man die Selbstkosten. Eine Schwierigkeit besteht nur in der gerechten Aufteilung der Handlungsunkosten auf die einzelnen Waren, weil ja z. B. die Aufwendungen für Beleuchtung nicht für eine einzelne Warenart, sondern für die Gesamtheit der Waren gemacht werden; man hilft sich, indem man alle Handlungsunkosten etwa während

eines Monats nach einem bestimmten „Schlüssel“, z. B. im Verhältnis der Gewichte, auf die einzelnen Warensorten verteilt.

Man erhält also die Selbstkosten als Summe aus dem Materialpreis zuzüglich der Handlungsunkosten.

So einfach, wie sich — wenigstens in normalen Zeiten — die Kalkulation der Selbstkosten für den Kaufmann gestaltet, ist sie aber für den Hersteller von Waren, z. B. den Industriellen, in keinem Falle; denn zu den Aufwendungen für das eingekaufte Material und zu den Handlungsunkosten treten hier noch die Herstellungslöhne und die Betriebsunkosten.

Soweit die Löhne unmittelbar zur Herstellung einer bestimmten Ware, z. B. für die Herstellung einer Maschine aufgewendet werden, kann man sie in ihrer vollen Höhe zu den Selbstkosten dieser Ware rechnen. Anders die Löhne, die z. B. zur Instandhaltung der Werkstätten aufgewendet werden. Sie bilden mit den Aufwendungen für Betriebsmaterial, Krafterzeugung u. dgl. die sogenannten Betriebsunkosten und diese müssen — ähnlich wie die Handlungsunkosten — nach einem bestimmten Schlüssel auf die verschiedenen Erzeugnisse einer Werkstatt verteilt werden. Es ist üblich, die Löhne, deren Verwendung unmittelbar zur Herstellung der einzelnen Erzeugnisse dient, „produktive“, die anderen „unproduktive“ oder „Unkostenlöhne“ zu nennen und aus Gründen, auf die hier nicht weiter eingegangen werden soll, die produktiven Löhne als Schlüssel für die Verteilung der Betriebsunkosten zu wählen.

Man erhält also im Fabrikbetriebe die Selbstkosten eines Erzeugnisses aus dem Einkaufspreis des verwendeten Werkstoffs, zuzüglich der produktiven Löhne und der Zuschläge für Betriebs- und Handlungsunkosten.

In der Industrie kannte man bis vor verhältnismäßig kurzer Zeit nur die „Nachkalkulation“, das ist im wesentlichen eine kaufmännische Selbstkostenberechnung, wie sie in ihren Grundlagen eben beschrieben wurde, und ferner die von der Nachkalkulation getrennte kaufmännische Buchhaltung, die die Konten der Lieferanten und Kunden führt und am Schlusse des Geschäftsjahrs die Bilanz aufstellt, mit der Selbstkostenberechnung der einzelnen Erzeugnisse aber eigentlich überhaupt nichts zu tun hat.

Aus dem Vorgehenden wird einleuchten, daß die Nachkalkulation nur die bereits entstandenen Selbstkosten anzugeben, nicht aber sie im voraus zu berechnen vermag. Wenn es sich nicht gerade um die wiederholte Herstellung eines Erzeugnisses unter annähernd gleichen Bedingungen handelt, kann man diese Ergebnisse bei Abgabe eines Angebotes nicht benutzen; denn in den meisten Fällen geht es nicht an, dem Käufer den Preis erst anzugeben, wenn der Gegenstand fertig ist.

Die sogenannten „Offert-“ oder Angebotskalkulatoren waren daher in den meisten Fällen auf Schätzungen oder Durchschnittsrechnungen angewiesen. Man half sich häufig mit „Kilopreisen“ und griff dabei besonders dann daneben, wenn ein Gegenstand, für dessen Herstellung eine größere Genauigkeit Vorbedingung war, an Löhnen und Betriebsunkosten das Vielfache des Durchschnittlichen verschlang.

Den angemessenen Preis einer Ware kann aber die Nachkalkulation auch gar nicht liefern. Denn abgesehen davon, daß hier der tatsächliche Aufwand erst nach der Fertigstellung festgestellt wird, kann man dem ermittelten Betrage an sich auch nicht ansehen, ob er nicht etwa zu hoch ist; ob nicht die Werkstatt an einem Stück zu lange gearbeitet und dadurch Löhne und Unkosten vergeudet hat. Wir erfahren nur, wie hoch die Kosten tatsächlich waren, aber nicht, ob sie nicht hätten niedriger sein können.

Dies kann man nur durch eine Vorausberechnung der Löhne erfahren, die von einer nach wirtschaftlichen und technischen Gesichtspunkten durchdachten Herstellung für jedes Stück ausgeht und für jeden Arbeitsgang, der am Werkstück zu leisten ist, die Zeit festlegt, die der Arbeiter unter normalen Verhältnissen dafür braucht. Diese Zeiten kann man auf verschiedenen Wegen finden: durch Berechnung, soweit es sich um die Laufzeiten der bearbeitenden Werkzeugmaschinen handelt, und auf Grund langjähriger Erfahrungen oder praktischer Versuche, sofern die Zeiten für Handarbeiten in Frage kommen.

Eine solche methodische Vorausbestimmung der Löhne hat aber noch ein weiteres und fast wichtigeres Ergebnis. Je mehr man erkannte, daß eine gerechte Festsetzung der „Stücklöhne“ und „Stückzeiten“ sowohl im Interesse des Arbeitgebers wie auch des Arbeitnehmers liegt, um so mehr mußte man von der früher üblichen, rohen Schätzung dieser Löhne zu einer systematischen Ermittlung bzw. Berechnung übergehen. Eine Menge von Streit und Unruhe in der Werkstatt wird vermieden, wenn die Stücklöhne nach einem einheitlichen und richtigen System festgesetzt werden; wenn nicht mehr an einem Ende der Werkstatt ein anderer Lohn für dasselbe Stück gezahlt werden kann als am anderen.

Diese richtige und einheitliche Lohnfestsetzung kann dann auch die Grundlage für die Aufstellung von Angebotspreisen bilden.

Aus diesen Bedürfnissen heraus entstanden in den Betrieben die Vorkalkulationen, die sich also mit der Vorausberechnung der Stücklöhne befassen.

Die einfachste Art der Entlohnung ist ja die Bezahlung des Arbeiters nach Zeit, bei der also ein bestimmter Stundenlohn festgesetzt und um die Anzahl der geleisteten Arbeitsstunden vervielfacht wird. Bei dieser Lohnart, dem Zeitlohn, kann der wirkliche Aufwand meist

auch erst nach Fertigstellung eines Stückes ermittelt werden, — wenn man weiß, wieviel Zeit wirklich gebraucht wurde. Der Preis kann dabei einmal hoch und einmal niedrig sein, je nachdem der Arbeiter — mit oder ohne Verschulden — viel oder wenig Zeit zur Herstellung brauchte. Einen Anreiz zur Mehrleistung, zu schnellerem Arbeiten hat der Arbeiter nicht, weil ja ein Mehrverdienst ausgeschlossen ist. Deshalb hat man den Zeitlohn, wo man es konnte, aufgegeben und ist zum „Stücklohn“ übergegangen, bei dem für die ordnungsgemäße Fertigung eines Werkstücks ein bestimmter Lohnsatz vorher festgesetzt wird.

Früher und vielfach jetzt noch lag die Festsetzung des Stücklohnes im Belieben der einzelnen Meister. Der eine konnte gut, der andere schlecht schätzen; oft spielten verwandtschaftliche oder kameradschaftliche Verhältnisse mit, oder es wurde zuerst die Arbeit fertiggestellt und dann der Preis festgesetzt. Namentlich das letztere ist sehr beliebt; man geht dabei ziemlich schwieriger Denkarbeit aus dem Wege, und Streitigkeiten kommen fast gar nicht vor, aber den Schaden hat das Werk zu tragen. Es zahlt zu hohe „produktive“ Löhne; das fertige Stück wird zu teuer: man kann es, da der Verkaufspreis durch die Marktlage und die Konkurrenz meist festliegt, nicht mehr mit Gewinn verkaufen.

Zuweilen tritt auch ein anderer Fall ein: einer Werkstatt steht ein sehr tüchtiger und tatkräftiger Meister vor; er versteht sein Handwerk von Grund aus und hat auch den Nutzen des Werkes vor Augen; deshalb schätzt er die Zeiten für die Arbeiten so ab, als ob er selbst mit seiner Sachkunde und seiner Gewandtheit sie ausführen würde. Der Erfolg sind ständige Beschwerden und häufiger Arbeiterwechsel, weil der Durchschnittsarbeiter mit den vom Meister geschätzten Arbeitszeiten nicht auskommt.

Aus der willkürlichen Festsetzung der Stücklöhne ist der Widerwille der Arbeiter gegen die Stücklohnarbeit entstanden. An sich ist jedoch der Stücklohn die beste Entlohnungsform, die es gibt, auch für den Arbeiter; er entspricht gerade dem Interesse des tüchtigen Arbeiters am meisten, weil dieser seine Eigenart zur Geltung bringen und dadurch mehr verdienen kann. Der Widerstand der Arbeiter ist dann auch überall geschwunden, wo an Stelle einer falschen oder willkürlichen Festsetzung der Stücklöhne eine einheitliche und richtige Methode zu ihrer Ermittlung eingeführt wurde.

Der Einführung solcher Methode standen und stehen aber auch heute noch andere Vorurteile entgegen; es ist nicht überall leicht, den Meistern die sogenannte Akkordmacherei abzunehmen und ihnen die Überzeugung beizubringen, daß sie den Einfluß auf ihre Arbeiter nicht verlieren, wenn sie auch nicht mehr die Höhe der Stücklöhne zu be-

stimmen haben; ferner, daß es für sie von Vorteil ist, wenn sie nun die Hände frei bekommen für ihre eigentliche Tätigkeit im Betriebe.

Die Berechnung der Stücklöhne wurde also Beamten übertragen, die lediglich diese Tätigkeit als ihren Beruf ausüben. Dabei mußte man anfänglich noch darüber wachen, daß die „Vorkalkulatoren“ nicht etwa in das alte System der Schätzung verfielen, sondern auf wissenschaftlicher Grundlage ein neues aufbauten und ihre Erfahrungs- und Beobachtungswerte systematisch sammelten.

Der Vorkalkulator muß nun vor allen Dingen eine ausgezeichnete Werkstatterfahrung besitzen, denn er muß fähig sein, sich in jede vorkommende Arbeit so hineinzudenken, als ob er sie selbst zu machen hätte. Er muß sich jede Arbeit in ihre zahlreichen kleinsten Einzelheiten (Arbeitsgänge, Arbeitsstufen, Handgriffe) zerlegen können, um hierdurch zur richtigen Gesamtarbeitszeit zu gelangen. Er muß ferner Freude am Rechnen und auch einige theoretische Kenntnisse besitzen. Weiter ist eine eingehende Kenntnis aller in Betracht kommenden Werkzeugmaschinen, namentlich deren Umdrehungszahlen, Vorschübe, Leerläufe, Abmessungen und Leistungen, sowie auch die Kenntnis aller im Betriebe vorhandenen Werkzeuge und Vorrichtungen unbedingt erforderlich. Als Vorkalkulator ist deshalb der beste Arbeiter, Vorarbeiter oder Meister gerade gut genug.

II. Aufstellung von Arbeitsplänen und Unterteilung des Arbeitsganges zur Ermittlung der Stückzeiten.

(Einrichtezeit, Hauptzeit und Nebenzeit, Maschinenzeit und Handzeit.)

Wie muß der Vorkalkulator bei Berechnung der Stücklöhne vorgehen?

Er muß sich zunächst vergegenwärtigen, welche Arbeitsvorgänge nötig sind, um dem zu fertigenden Werkstück die in der Zeichnung vorgeschriebene Gestalt zu geben; er muß also die gesamte Arbeit in einzelne Arbeitsgänge zerlegen, und zwar in der Reihenfolge, wie sie sich tatsächlich in der Werkstatt abspielen. Zweckmäßig wird dann diese Reihenfolge der Arbeitsgänge in einem Arbeitsplan niedergeschrieben.

Als Beispiel diene die Abbildung und Tabelle 1. Die Herstellung der dargestellten, mehrfach abgesetzten Welle soll in größeren Mengen erfolgen. Mit Rücksicht auf die Austauschbarkeit der Stücke und auf möglichst niedrige Gestehungskosten werden für eine derartige Massenfertigung besondere Vorrichtungen, Schneid- und Meßwerkzeuge, ja wohl auch besondere Maschinen ausgesucht oder neu beschafft, die es

ermöglichen, daß die Arbeit von ungelerten Leuten ausgeführt werden kann. Alles dies ist bei Aufstellung des Arbeitsplanes zu berücksichtigen.

Als Ausgangswerkstoff wird eine Rundstange aus Stahl von der vorgeschriebenen Festigkeit gewählt, die im Durchmesser etwa 5 mm stärker als der größte Durchmesser des fertig bearbeiteten Stückes ist.

Tabelle Nr. 1: Arbeitsplan Nr. 21.

Werkstattauftrag Nr. 37142, Zeichnung Nr. 437, Pos. 1, Welle N/S 12

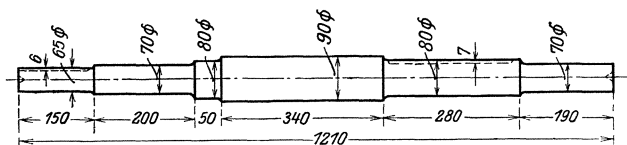


Abb. 1.

Werkst. S.-M.-Stahl $\varnothing 100$, Kz 55—60 kg, Dehnung 15—18%, Lag.-Nr. 310
Gewicht roh 76 kg, fertig 44,7 kg, Modell Nr. 10.

Arbeitsgang	Art der Bearbeitung	Zu benutzen sind			Vgl. Kalkulationsplan Nr.	Einrichtezeit	
		Masch. Nr.	Abtlg. Nr.	Sonderwerkzeug oder dgl.		Min.	Min
1	Abstechen auf Länge 1220	2	1	Längenanschlag	20	10	5
2	Zentrieren d. Wellenenden	33	4	Spitzenbank	21	10	10
3	Schruppen u. Drehen zum Schleifen, 0,4 mm Zugabe	34	„	Längen- u. Durchmessengerlehre	210	75	52
4	Nachzentrieren v. d. Schleifen	33	„	Spitzenbank			
5	Fräsen der Keilnuten	36	„	Aufspannvorrichtung Nr. 15	23	40	30
6	Schleifen	35	„	Durchm.-Lehre			
7	Fertigdrehen n. d. Schleifen	33	„	Längenlehre	27	40	30
8	Bohren d. Paßtstiftlöcher	37	„	Bohrlehre Nr. 7/8	24	20	10
9	Einsetzen der Keile	—	„	—	25	20	10
10	Einfetten z. Lagern	—	„	—	—	—	10

Allgem. Bemerk.:
Herstellung in Abtlg. 4, Stückzahl 50.

Herstell.-Zeit f. 1 Stück: 295 + 202
Verlustzeit: 15

Ges. Arbeitszeit je Stück 512
Beamter: Heinz.

Datum: 10. 1. 20.

(Der Vordruck ist durch Steilschrift, die Eintragungen des Vorkalkulators durch Kursivschrift hervorgehoben.)

Tabelle Nr. 2: Kalkulationsplan Nr. 210.

Werkstatt-Auftrag Nr. 37142, Zeichnung Nr. 437, Pos. 1, Welle NS 12.

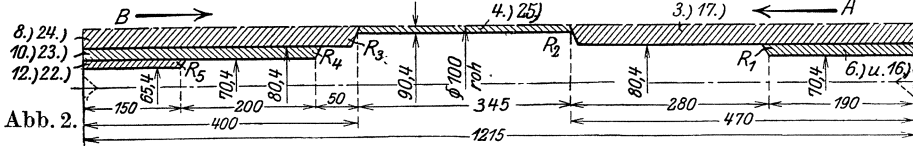


Abb. 2.

(Vgl. die Bezugzahlen m. d. Nummern der Arbeitsstufen in nachstehendem Kalk.-Plan.)

Werkstoff: SM-Stahl $\varnothing 100$, Kz: 55—60 kg, Dehnung: 15—18%, Lager-Nr. 310
Gew. roh 76 kg, fertig 44,7 kg, Arbeiter: Müller, Konto-Nr.: 17.

Arbeitsgang Nr. 3
Zum Arbeitsplan Nr. 21

Schruppen und Drehen zum Schleifen,
Zugabe 0,4 mm

Arb. Stufe Nr.	Art der Bearbeitung	Bemerkung	Umdr. i. d. Min.	Schmittgeschw. m/Min.	Vorschub mm/Umdr.	Einrichtezeit		Stückzeit	
						Min.	Min.		
I. Schruppen									
1	Einrichten für Schruppen	} 2 Mann od. Flaschenzug				40		2,5	
2	Einspannen u. Körner schmieren								
A. Bearbeitung d. rechten Seite									
3	$\varnothing 82$ mm schruppen, 2 Stähle	} Schmelzlaufstahl wird; diese müssen zu oft ausgetauscht werden, durch das öftere Einstellen des Stahlhalters geht aber dann der Vorteil der höheren Geschwindigkeit verloren.	60	16	1,5			4,5	
4	$\varnothing 91$ „ „ 1 Stahl			„	„	„			4,0
5	Rücklauf u. neu ansetzen			„	„	„			0,5
6	$\varnothing 72$ mm schruppen, 1 Stahl			„	„	„			2,0
B. Bearbeitung d. linken Seite									
7	Umspannen, Stahlhalter zurückkurbeln		} 1 Mann						1,5
8	$\varnothing 82$ mm schruppen, 2 Stähle			„	„	„			4,0
9	Rücklauf, neu ansetzen			„	„	„			0,5
10	$\varnothing 72$ mm schruppen, 1 Stahl			„	„	„			3,5
11	Rücklauf, neu ansetzen			„	„	„			0,5
12	$\varnothing 67$ mm schruppen, 1 Stahl			„	„	„			1,5
13	Ausspannen							0,5	
II. Drehen zum Schleifen									
14	Einrichten f. Drehen z. Schleifen	} 2 Mann od. Flaschenzug				35		2,5	
15	Einspannen u. Körner schmieren								
A. Bearbeitung d. rechten Seite									
16	$\varnothing 70,4$ mm drehen z. Schleifen	} Schmelzlaufstahl Die Schmittgeschw. 16 m/Min. wurde mit Vorbedacht so klein gewählt, weil die größere Schmittgeschw. von 22—25 m/Min. für ein Material von Kz = 55—69 kg zwar angemessen ist, die Abnutzung der Werkzeuge aber zu groß	60	16	1,5			1,75	
17	$\varnothing 80,4$ „ „ „ „			„	„	„			3,0
18	Rücklauf, Stahlhalter schalten			„	„	„			0,75
19	Stirnseite abstechen			„	„	„			0,5
20	Radius R_2 u. R_1 einstechen			„	„	„			1,5
B. Bearbeitung d. linken Seite									
21	Umspannen, Stahlhalter zurückkurbeln							1,5	
22	$\varnothing 65,4$ mm drehen zum Schleifen		„	„	„			1,75	
23	$\varnothing 70,4$ „ „ „ „		„	„	„			2,75	
24	$\varnothing 80,4$ „ „ „ „		„	„	„			0,75	
25	$\varnothing 90,4$ „ „ „ „		„	„	„			3,50	
26	Stahlhalter schalten u. zurückkurbeln							0,25	
27	Radren R_5 R_4 R_3 einstechen, messen							2,5	
28	Stirnseite abstechen							0,5	
29	Ausspannen							0,5	
						zusammen:	75	49,5	
						Sicherheits-Zuschlag:		2,5	
						Gesamte Arbeitszeit je Stück		52	

Von einer solchen Stange werden auf der Abstechbank oder mit der Kreissäge die nötigen Längen mit einer Zugabe von ebenfalls etwa 5 mm abgeschnitten (Arbeitsgang 1).

Hiernach folgt das Zentrieren der Körnerlöcher (Arbeitsgang 2) und dann das Schruppen und das Drehen zum Schleifen (Arbeitsgang 3). Da durch das Schruppen die Welle auch bei genügender Wasserzufuhr warm wird und das Bestreben hat, sich auszudehnen, und da ferner durch das Abschälen der äußeren Kruste Spannungen im Material gelöst werden, so daß Verziehungen eintreten können, ist es zur Erzielung einwandfreier Vorarbeit für das nachherige Schleifen erforderlich, daß die Welle zuerst auf etwa 2 mm Zugabe vorgeschruppt und hierauf erst mit einem Schlichtspan auf 0,3—0,5 mm Schleifzugabe fertiggedreht wird. Da hierbei die Körner verdorben werden, müssen sie erneuert werden (Arbeitsgang 4), bevor die Welle auf der Rundschleifmaschine auf die Maße der Zeichnung fertiggeschliffen wird (Arbeitsgang 6). Beim Fräsen der Keilnuten (Arbeitsgang 5) bleibt ein Grat stehen; es empfiehlt sich deshalb, diesen Arbeitsgang vor dem Schleifen einzuschieben. Nach dem Schleifen erfolgt das Fertigdrehen auf die

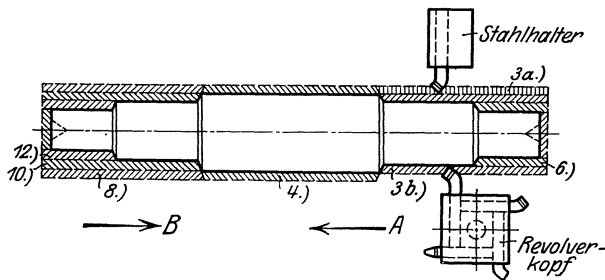


Abb. 3.

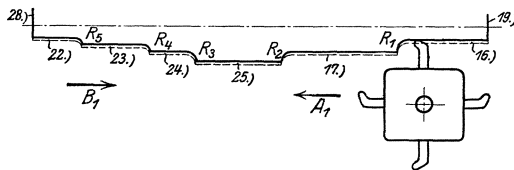


Abb. 4.

Vgl. die Bezugzahlen mit den Nummern der Arbeitsstufen im Kalkulationsplan Seite 7.

genauen Längenmaße (Arbeitsgang 7), das Anzeichnen und Bohren der Paßstiftlöcher (Arbeitsgang 8) und schließlich das Einsetzen der Keile (Arbeitsgang 9).

Die Welle geht dann zur Revision und wird, wenn sie „gut“ befunden ist, leicht eingefettet (Arbeitsgang 10), damit sie beim Lagern nicht rostet.

Nachdem nun die einzelnen Arbeitsgänge der Wirklichkeit entsprechend festgelegt sind, wird zur Ermittlung der Arbeitszeiten im einzelnen geschritten, indem man die Arbeitsgänge weiter in ihre Elemente zerlegt. Als Beispiel hierfür ist in Abb. und Tabelle 2 die Zerlegung des dritten Arbeitsganges aus dem vorstehenden Arbeitsplan im einzelnen durchgeführt.

Dieser Arbeitsgang zerfällt aus den schon angeführten Gründen in

zwei Stufen: das Vorschruppen und das Drehen zum Schleifen; er wird auf einer Drehbank ausgeführt, auf deren Querschlitzen ein vierkantiger Stahlhalter nach Art eines Revolverkopfes drehbar befestigt ist. Die Bearbeitung ist durch die schematischen Bilder 3 und 4 erläutert und wird hiernach im wesentlichen ohne weitere Erklärung verständlich sein¹⁾. Es sei nur erwähnt, daß zur Abnahme der mit 3a und 3b bezeichneten Spanmengen zwei Stähle vorgesehen sind, die gleichzeitig arbeiten, indem sie, wie Abb. 3 zeigt, einander gegenüberstehen. Nachdem die Seite A geschruppt ist, wird die Welle umgespannt und es erfolgt die Bearbeitung der Seite B mit denselben Werkzeugen. Für die erste Arbeitsstufe wird man Schruppstähle, für die zweite Schlicht- und Formstähle im Stahlhalter einspannen; bei Bearbeitung einer größeren Menge von Werkstücken wird man sämtliche Stücke erst vorschruppen, also die Teilarbeiten der ersten Stufe durchlaufen lassen, dann die Stähle im Halter auswechseln und nachher an sämtlichen Stücken die zweite Arbeitsstufe, das Vordrehen zum Schleifen, vornehmen.

Man erkennt aus diesem Kalkulationsplan, daß die Zerlegung eines Arbeitsganges in Stufen und weiter in Unterstufen und einzelne Handgriffe sehr weit gehen kann. Diese Unterteilung wird im allgemeinen so weit getrieben, daß man die Zeit für jede einzelne Teilarbeit noch als Ganzes für sich berechnen oder beobachten kann. Durch diese Unterteilung ist es aber auch möglich, bei Beschwerden der Arbeiter über zu niedrige Festsetzung des Stücklohnes den Beweis dafür zu führen, daß bei der Festlegung der Zeiten nichts vergessen wurde und daß diese richtig sind; andererseits kann man einen Irrtum, der sich eingeschlichen hat, schnell feststellen.

Weiter ist wichtig, daß in diesem Kalkulationsplan die „Einrichteziten“ von den übrigen, den sogenannten Stückzeiten, getrennt sind. Welche Bedeutung das Auseinanderhalten des Stück- und Einrichtelohnes hat, sei an folgendem Beispiel gezeigt: der gleiche Gegenstand soll in Mengen von 10, von 100 und schließlich von 500 Stück hergestellt werden. Der Stücklohn betrage 30 Rp. für jedes einzelne Stück, der Einrichtelohn 4 Fr. für alle Stücke zusammen. Dann beläuft sich der Stückpreis

1. bei 500 Stück:

Stücklohn à 30 Rp.	150 Fr.
Einrichtelohn.	4 „
	154 Fr.
zusammen	154 Fr.
also je Stück	30,8 Rp.

¹⁾ Der Einfachheit wegen sind Haupt- und Nebenzeiten in ihrer zeitlichen Aufeinanderfolge laufend numeriert und in derselben senkrechten Spalte, unter „Stückzeit“, eingetragen (vgl. S. 12ff.).

2. bei 100 Stück:

Stücklohn à 30 Rp.	30 Fr.
Einrichtelohn.	4 „
	<hr/>
zusammen	34 Fr.
also je Stück	34 Rp.

3. bei 10 Stück:

Stücklohn à 30 Rp.	3 Fr.
Einrichtelohn.	4 „
	<hr/>
zusammen	7 Fr.
also je Stück	70 Rp.

Aus diesem Vergleich erhellt die Bedeutung der Einrichtezeit, die für alle Stücke nur einmal aufgewendet werden muß, im Verhältnis zur Stückzeit, die für jedes Stück aufgewendet werden muß; denn die Löhne entstehen aus den Zeiten durch Multiplikation mit einem bestimmten konstanten Faktor, der sogenannten Akkordbasis, die durch die Tarife festgelegt wird. Man ersieht ferner aus dem Vergleich, daß, wenn die Bearbeitung für alle Stückzahlen die gleiche ist, die Stückzahl von großem Einfluß auf die Herstellungskosten eines Stückes, den sogenannten Stückpreis ist, ohne daß der Stücklohn sich verändert.

Nachdem nun die einzelnen Arbeitszeiten durch die Zerlegung des Arbeitsganges in seine Elemente ermittelt worden sind, werden sie im Arbeitsplan (Tabelle) eingetragen. Die Schlußsumme ergibt die gesamte Herstellungszeit oder kurz die Gesamtzeit für ein Stück.

In jeder Vorkalkulation sollen Vordrucke vorhanden sein, die zur übersichtlichen Eintragung und Unterteilung der Arbeitsgänge für jedes wiederholt zu bearbeitende Werkstück dienen und planmäßig, z. B. als Kartothek, aufbewahrt werden, so daß man jederzeit darauf zurückgreifen kann. Die Vorkalkulatoren legen also am besten für jedes vorkommende Stück eine solche Zeitkarte an; in dem Vordrucke der Tabellen 1 und 2 sind die durch den Vorkalkulator eingetragenen Zahlen und Anmerkungen durch Kursivschrift hervorgehoben. Wenn nun der Preis für das Stück neu bestimmt werden soll, weil z. B. durch Veränderung des zwischen Arbeitnehmer und Arbeitgeberverbänden abgeschlossenen Tarifvertrags die Akkordbasis sich geändert hat, so ist dies an Hand dieser Unterlagen jederzeit in einfachster Weise möglich.

Es muß nachdrücklich davor gewarnt werden, diese weitgehende Unterteilung und Aufzeichnung für jedes Stück etwa in jeder Werkstatt, ohne Berücksichtigung ihrer Größe, ihres Umsatzes und ihrer be-

sonderen Verhältnisse, einführen zu wollen. Es gibt auch „überorganisierte“ Betriebe; in ihnen wird die Elle länger als der Kram, und mit Recht wenden sich viele Unternehmer gegen Kalkulationsmethoden, aus denen Ausgaben erwachsen, die in keinem Verhältnis zu dem durch sie erzielten Vorteil stehen. Es ist Sache des geübten Vorkalkulators, zu entscheiden, wie weit er gehen muß; was für Massenfertigung und große Werkstätten paßt, paßt noch lange nicht für Einzelanfertigung und kleinere Betriebe. Über den richtigen Mittelweg lassen sich keine allgemeinen Vorschriften machen. Im folgenden soll jedoch das Grundsätzliche so weitgehend durchgesprochen werden, daß man sich in allen Verhältnissen, auch in den verwickeltsten, helfen kann; die notwendigen Vereinfachungen sind dann leichter zu finden.

Um zunächst zu einer Übersicht zu gelangen, die dem Anfänger einen Anhalt gibt, wollen wir versuchen, aus dem dargestellten Beispiel der Tabellen 1 und 2 ein allgemeines Schema für die Zerlegung und Ermittlung der einzelnen Zeiten zu entwickeln.

In der senkrechten Spalte für die „Stückzeiten“ der Tafel 2 findet man Zeiten wie z. B. für die Arbeitsstufe 3, „Durchmesser 82 mm schrappen, zwei Stähle“, die aus den Angaben über Umlaufzahl, Schnittgeschwindigkeit und Vorschub errechnet werden können. Dies sind diejenigen Zeiten, während deren eine Formänderung des Werkstückes auf der Werkzeugmaschine stattfindet und die „Maschinenzeiten“ oder kurz „Laufzeiten“ genannt werden. Der allgemeine Vorgang bei Berechnung dieser Zeiten aus Umlaufzahl, Schnittgeschwindigkeit und Vorschub ist in Kapitel III beschrieben.

Derartige Formänderungsarbeiten am Werkstücke müssen aber nicht auf einer Maschine, sie können auch von Hand ausgeführt werden; erinnert sei hier an die sogenannten „Vollendungsarbeiten“, wie Feilen, Schmirgeln, Polieren. Diese „Handzeiten“ sind nun durch eine exakte Rechnung nicht zu ermitteln; sie müssen vielmehr durch methodische Versuche, mit Hilfe der Stoppuhr, gefunden werden, die sich auf die verschiedenen Werkstücke je nach Größe und Werkstoff sowie auf die verschiedenen Werkzeuge und Arbeitsbedingungen vergleichsweise zu erstrecken haben. Die Wege zur Ermittlung von Hand- und Maschinenzeiten durch Beobachtung werden in Kapitel IV beschrieben.

Neben den Formänderungsarbeiten am Werkstück finden wir im Beispiel der Tabelle 2 solche, bei denen das Werkstück eine für die Bearbeitung wichtige Lageänderung erleidet. Hierzu gehören z. B. die Arbeitsstufen 2 „Einspannen“ und 13 „Ausspannen“. Diese Lageänderungen können entweder von Hand oder, bei schweren Stücken, mit einer Maschine, z. B. mit dem Flaschenzug, ausgeführt werden; die in Anspruch genommenen Zeiten können also ebenfalls Hand- oder Maschinenzeiten sein.

Man nennt nun „Hauptzeiten“ alle die Zeiten, die zu einer Formänderungsarbeit am Werkstück oder zu einer Lageveränderung des Werkstücks aufgewendet werden müssen.

Alle übrigen Stückzeiten, die weder eine Form- noch eine Lageänderung des Werkstücks hinterlassen, nennt man „Nebenzeiten“. Hierzu gehört z. B. der Rücklauf und das „Anstellen“ oder „Ansetzen“ der Werkzeuge — Arbeitsstufe 5 — oder der Vorrichtungen, Setzstücke, Gegenhalter sowie alle an jedem einzelnen Werkstück zu wiederholenden Messungen. Handelt es sich dagegen um Massenherstellung, bei der zum Einrichten der Maschine ein erstes Versuchsstück eingespannt und zur Prüfung des richtigen Anstellens des Werkzeugs gemessen wird, so zählt die hierfür aufgewendete Zeit zur „Einrichtezeit“, also überhaupt nicht zur Stückzeit, weil sie ja für die ganze Reihe der zu bearbeitenden Werkstücke nur einmal aufgewendet werden muß. Zu den Nebenzeiten zählen aber wieder diejenigen, die zum Schleifen der Werkzeuge gebraucht werden, soweit die Werkzeuge nicht stets in gebrauchsfertigem Zustand aus dem Werkzeuglager bezogen werden; in letzterem Falle gilt die zum Auswechseln der alten Werkzeuge gegen die neuen benötigte Zeit als „Nebenzeit“.

Wie aus dem Beispiel ersichtlich, ist zur Stückzeit noch ein Sicherheitszuschlag von 2,5 Minuten für Verlustzeiten hinzugefügt. Diese „Verlustzeiten“ können aus den verschiedensten Gründen sowohl bei der Einrichtezeit wie auch bei den Haupt- und Nebenzeiten hinzukommen; die Größe, mit der sie für die jeweils vorliegende Arbeit in Rechnung zu stellen sind, richtet sich nach den besonderen Verhältnissen des Falles und kann nur auf Grund von Erfahrungswerten bestimmt werden. In einzelnen Tarifverträgen werden die Sicherheitszuschläge durch Vereinbarung allgemein z. B. auf 20% der ermittelten Gesamtzeit festgesetzt, so daß es dem gewandten Arbeiter möglich ist, im Durchschnitt mindestens 20% der Gesamtzeit zu sparen, also in normalen Fällen entsprechend mehr zu verdienen. Es wäre aber falsch, diese Verlustzeiten etwa einheitlich nach einer starren Formel bestimmen zu wollen, wie man früher z. B. die ganze Einrichtezeit einfach als prozentualen Teil der Stückzeit festsetzte.

In den Kapiteln des II. Teiles des vorliegenden Buches finden sich Angaben über die Höhe der verschiedensten, nicht durch Rechnung feststellbaren Zeiten. Diese sind im wesentlichen in Beziehung zum Gewicht und Werkstoff der Werkstücke, sowie zur Art der Werkzeuge, Vorrichtungen und sonstigen Hilfsmittel gebracht und sind langjährig erprobte Erfahrungswerte; wo nichts anderes vermerkt ist, beziehen sie sich stets auf Werkzeuge aus Schnellstahl.

Es ist Sache des gewandten Vorkalkulators, diese Erfahrungswerte für den jeweils vorliegenden Fall richtig zu verwenden, denn es

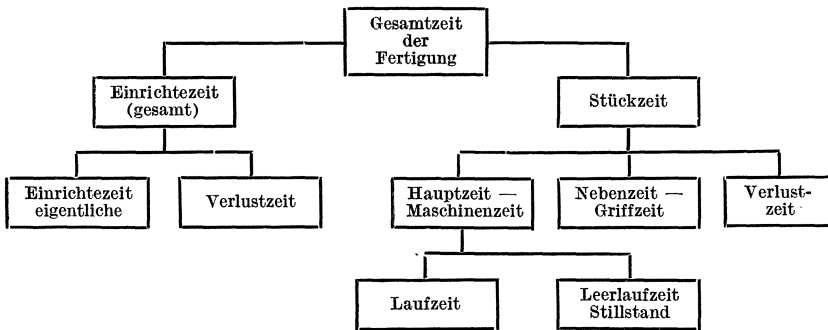
ist unmöglich, derartige Tafeln mit Werten aufzustellen, die für alle Fälle passen. Man muß es lernen, zu „interpolieren“, d. h. sich zwei Grenzfälle unter den Erfahrungswerten zu suchen, zwischen denen der gerade vorliegende Fall liegt, und muß unter Erwägung aller vorliegenden Bedingungen abschätzen, ob man sich mehr der oberen oder der unteren Grenze zu nähern hat. So können z. B. Aufspannzeiten, wenn gute Hebevorrichtungen (Kräne) vorhanden sind, herabgesetzt werden. Die Zeit für das Schleifen der Werkzeuge kann, wie schon gesagt, durch das Austauschverfahren lediglich auf die Zeit zum Auswechseln der Werkzeuge beschränkt werden oder man kann das Schleifen, wenn länger dauernde Maschinenzeiten vorkommen, während der Maschinenzeit vornehmen, so daß überhaupt keine Zeit hierfür anzusetzen ist.

Es wurde schon erwähnt, daß man mit „Einrichtezeit“ die Zeit bezeichnet, die bei Herstellung gleichgültig welcher Stückzahl nur einmal aufzuwenden ist. Sie wird verbraucht zum Einrichten der Werkzeugmaschinen und zugehörigen Vorrichtungen für die betreffende Arbeit, einschließlich der besonderen Meßarbeiten an den ersten Stücken; ferner zur Besorgung der Lohnzettel, Werkzeuge, Vorrichtungen, Zeichnungen oder Arbeitspläne, für das Lesen der letzteren und für das Abräumen und Reinigen der Arbeitsstellen, um diese für neu zu beginnende Arbeiten frei zu machen. Geschieht das Heranschaffen der Zeichnungen, Werkzeuge u. dgl. aber durch Hilfskräfte, so treten die hierfür verwendeten Zeiten bei Berechnung der Stückzeit überhaupt nicht in Erscheinung; denn die Transportarbeiter werden im allgemeinen im Zeitlohn bezahlt, die hierfür aufgewendeten Beträge werden aber als „Unkosten-Löhne“ in den „Betriebsunkosten“ verrechnet (siehe Kapitel I).

Natürlich kann man auch der Einrichtezeit einen Sicherheitszuschlag für Unvorhergesehenes hinzufügen.

Faßt man das Gesagte zusammen, so ergeben sich folgende Grundsätze für die Ermittlung der gesamten Bearbeitungszeit:

Ein Arbeitsplan ist aufzustellen, der die Arbeitsvorgänge in zeitlicher Aufeinanderfolge wiedergibt; die Arbeitsvorgänge sind in ihre Elemente (Arbeitsgang, Arbeitsstufe, Handgriff) ebenfalls der Zeitfolge nach zu zerlegen zu dem Zwecke, die Teilzeiten durch Berechnung oder Beobachtung oder durch Vergleich mit Erfahrungswerten einzeln für sich zu ermitteln und dann durch deren Zusammenzählen die Gesamtzeit zu erhalten; dabei sind jedoch die Teilzeiten nach der Art der Arbeit, für die sie aufgewendet werden, zu ordnen, so daß Einrichtezeiten von Stückzeiten getrennt erscheinen. Ferner kann man die Stückzeiten getrennt als Haupt- und Nebenzeiten bzw. als Maschinen- und Handzeiten führen, um die planmäßige Berechnung oder Beobachtung zu erleichtern. — Es entsteht somit folgendes Bild:



Gesamtzeit der Fertigung = Stückzeit \times Stückzahl + Einrichtezeit.

Begriffs-Erläuterungen laut Aussch. f. wirtsch. Fertigung¹⁾.

Einrichtezeit (Gesamt): Diejenige Zeit, die aus der eigentlichen Einrichtezeit und der Verlustzeit entsteht.

Einrichtezeit (eigentliche): Diejenige Zeit, die ausschließlich der Einrichtung, der Vorbereitung des Arbeitsplatzes, der Maschine und des Werkzeuges dient und nur einmal für jede beliebige Stückzahl vorkommt.

Verlustzeit: Zeit für die nicht vorzubestimmenden (unregelmäßigen) Vorgänge, mit denen bei jeder Arbeit gerechnet werden muß und deren Umfang von den jeweiligen Betriebsverhältnissen abhängt.

Stückzeit: Summe der Haupt-, Neben- und Verlustzeit, die zur Fertigung eines Werkstückes erforderlich ist.

Hauptzeit: Diejenige Zeit, die unmittelbar für die Form-, Lage- oder Zustandsänderung des Werkstückes verbraucht wird und während der irgendwelche Arbeitsmerkmale daran entstehen.

Nebenzzeit: Diejenige Zeit, die regelmäßig nur mittelbar für Form-, Lage- oder Zustandsänderung des Werkstückes verbraucht wird, ohne daß irgendwelche Arbeitsmerkmale daran entstehen.

Verlustzeit: Zeit für die nicht vorzubestimmenden (unregelmäßigen) Vorgänge, mit denen bei jeder Arbeit gerechnet werden muß und deren Umfang von den jeweiligen Betriebsverhältnissen abhängt.

Laufzeit: Die für die Bearbeitung unbedingt benötigte berechenbare Maschinenzeit einschließlich Vor-, Rück- und Überlaufzeit.

Leerlaufzeit (Stillstand): derjenige Teil der Maschinenzeit, namentlich bei gleichzeitiger Bedienung von mehreren Maschinen, während der keine nutzbringende Arbeit geleistet wird oder während der die Maschine stillsteht.

¹⁾ Vgl. die Mitteilungen des „Ausschusses für wirtschaftliche Fertigung“ in der Zeitschrift „Maschinenbau“ (Betrieb) Jahrgang 1922/23, Heft 8, S. 293 und anderen Orts.

III. Die Berechnung der Laufzeiten.

Wie auf S. 11 erwähnt, versteht man unter „Maschinenzeiten“ allgemein solche Zeiten, die zur Bearbeitung oder Bewegung des Werkstücks nötig sind; im folgenden wird jedoch nur von den eigentlichen „Laufzeiten“ der Werkzeugmaschinen die Rede sein, die zur Vollendung irgendeiner Entspannungsarbeit am Werkstück aufgewendet werden und die einer Berechnung auf mathematischer Grundlage zugänglich sind.

Im vorliegenden Kapitel werden die grundlegenden Begriffe und allgemeine Richtlinien erläutert, soweit sie zum Verständnis und zur richtigen Benutzung der Hauptgleichungen für die Bestimmung dieser Laufzeiten nötig sind. Die praktische Verwendung der Hauptgleichungen findet sich dagegen im zweiten Teil des Buches.

a) Grundlegende Begriffe.

(Umlaufzahl, Hubzahl, Schnittgeschwindigkeit, Vorschub; Spanbreite, Spantiefe, Spanquerschnitt, Spanmenge, Schnittzahl.)

Der Schneidvorgang beim Abschälen eines Spans vom Werkstück wird als bekannt vorausgesetzt.

Beim Abschälen eines Spans führen Werkstück und Werkzeug zwei verschiedene Bewegungen gegeneinander aus, die im allgemeinen senkrecht zueinander gerichtet sind.

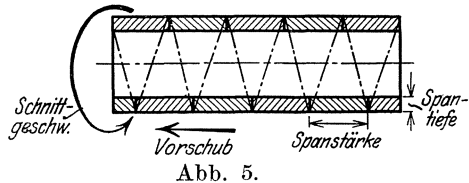


Abb. 5.

Auf der Drehbank dreht sich das Werkstück um seine Achse; jeder Punkt des Werkstückumfangs würde sich, wenn diese Bewegung für sich allein bestände, auf einer Kreisbahn an der Schneide des Stahls vorbei bewegen; zu gleicher Zeit führt aber das Werkzeug selbst eine Bewegung aus, die z. B. beim Langdrehen parallel zur Achse des Werkstücks gerichtet ist. Man nennt die erste die Hauptoder Schnittbewegung, die zweite die Schaltbewegung. Ist der Stahl auf eine gewisse Spantiefe (Abb. 5 und 6) eingestellt, so entsteht als Ergebnis

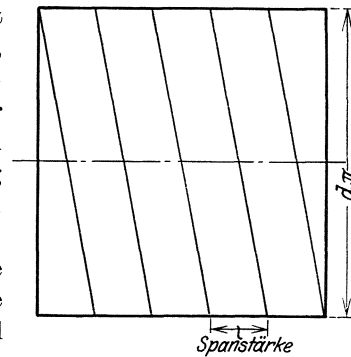


Abb. 6.

beider Bewegungen ein Span, der sich in schraubenförmigen Windungen über die ganze Oberfläche des Werkstücks erstreckt.

Dagegen verläuft die Schnittbewegung bei einer Hobelmaschine geradlinig. Sie wird auch hier vom Werkstück gegenüber der Stahlschneide ausgeführt, während die Schaltbewegung am Ende jedes Hubs und zwar wieder senkrecht zur Schnittbewegung erfolgt (Abb. 7 und 8). Die zu zerspannende Oberfläche zerfällt also hier in geradlinige, nebeneinander liegende Streifen.

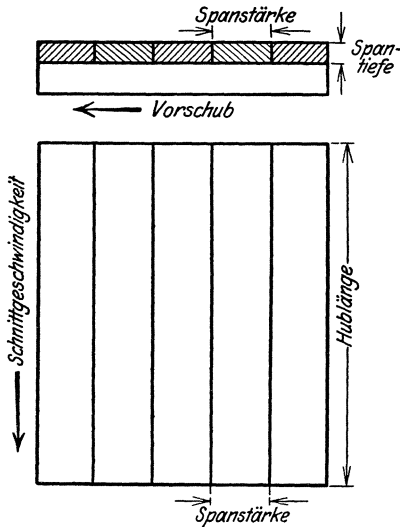


Abb. 7 und 8.

Entsprechend den beiden Bewegungen unterscheidet man die Begriffe „Schnittgeschwindigkeit“ und „Schaltgeschwindigkeit“; letztere wird auch kurz „Vorschub“ genannt.

Wie mißt man eine solche Geschwindigkeit?

Legt ein Schnellzug die Strecke von 160 km in zwei Stunden zurück, so sagt man, er fahre mit einer Geschwindigkeit von 80 km in der Stunde.

Geschwindigkeit ist also eine Zahl, die die Länge des Weges (in km, m oder mm) angibt, den ein bewegter Gegenstand in der Zeiteinheit (Stunde, Minute oder Sekunde) zurücklegt.

Bezeichnet man mit w den zurückgelegten Weg in Metern und mit t die Zeit in Minuten, die der Gegenstand zum Durchlaufen des Weges w braucht, so erhält man die Geschwindigkeit v in m/Min., wenn man den zurückgelegten Weg durch die Zeit dividiert; man drückt diese Beziehung in Form einer mathematischen Gleichung folgendermaßen aus:

$$v = \frac{w}{t} \dots \dots \dots 1)$$

Für die Berechnung der Schnitt- und Schaltgeschwindigkeiten ist es ohne Belang, ob der Weg, den die Stahlschneide auf der Oberfläche des Werkstücks beschreibt, durch Bewegung des Werkstücks gegenüber dem Werkzeug oder umgekehrt durch Bewegung des Werkzeugs gegenüber dem Werkstück entsteht. Es können sogar beide Bewegungen, wie z. B. bei der Bohrmaschine, vom Werkzeug allein gegenüber dem stillstehenden Werkstück ausgeführt werden oder auch umgekehrt.

Ferner ist es für die Berechnung nach obiger Gleichung an sich auch gleichgültig, ob der von der Stahlschneide zurückgelegte Weg eine Kreisbahn oder eine Gerade bildet. Die Schnittgeschwindigkeit ist jedoch

bei den Maschinen mit kreisender Hauptbewegung von der Anzahl der Umläufe in der Minute und vom Werkstückdurchmesser, bei Maschinen mit geradliniger Hauptbewegung von der Länge des Werkstücks und der Anzahl der minutlichen Doppelhübe abhängig; die folgende Überlegung beweist das.

Auf der Drehbank ist der vom Stahl gegenüber dem Werkstück zurückgelegte Weg bei einer Umdrehung des Werkstücks gleich dessen Umfang, also $= D\pi$, wo $\pi = 3,14$ und D in mm ausgedrückt wird. Die Umlaufzahl n gebe an, wieviel Umdrehungen die Maschinenspindel in einer Minute macht; führt sie z. B. 40 Umdrehungen in der Minute mit dem Werkstück aus und ist $D = 85$ mm, so ist der vom Stahl zurückgelegte Weg $w = 85 \cdot 3,14 \cdot 40$ mm oder $w = \frac{85}{1000} \cdot 3,14 \cdot 40$ m $= 0,085 \cdot 3,14 \cdot 40$ m; die Zeit t ist $= 1$ Minute. Die Gleichung. 1) nimmt also die Form an:

$$\text{Schnittgeschw. in m/Min.} = v = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1 \cdot 1000} = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000} \dots 2)$$

Wünscht man die Schnittgeschwindigkeit in mm/sec zu erhalten, so muß man D in mm einsetzen und durch 60 dividieren:

$$\text{Schnittgeschw. in mm/sec} = v_s = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{60} \dots 3)$$

Dagegen ist der Weg bei der Hobelmaschine gleich dem Hub, mindestens aber gleich der zu hobelnden Länge des Werkstücks. Bezeichnet man diese mit L in mm und macht die Maschine n Doppelhübe in einer Minute — der Rücklauf wird ja zum Schnitt nicht ausgenutzt, daher muß man die Doppelhübe zählen —, so ist die Schnittgeschwindigkeit:

$$v = \frac{L \cdot n}{1000} \text{ m/Min. (wenn } L \text{ in mm)} \dots 4)$$

oder

$$v_s = \frac{L \cdot n}{60} \text{ mm/sec (wenn } L \text{ in mm)} \dots 5)$$

Vergleiche auch Seite 34.

Der Vorschub wird entweder, ähnlich wie die Schnittgeschwindigkeit, in mm für eine Minute oder in mm für eine Umdrehung bzw. einen Hub ausgedrückt; er soll im ersten Falle mit s_m , im zweiten mit s bezeichnet werden.

Vom Vorschub unmittelbar abhängig ist die Spanstärke (s. Abb. 5 bis 8). Sie hängt jedoch nicht allein vom Vorschub, sondern auch von der Form der Schneidkante und vom Winkel α ab, den die Schneidkante mit der Arbeitsfläche bildet (s. Abb. 9 und 10). Steht die Schneid-

kante senkrecht zur Schnittfläche (Abb. 9), so ist die Spanstärke gleich dem Vorschub s in mm für eine Umdrehung. Je schräger man aber die Schneidkante des Stahls zur Schnittfläche stellt, desto kleiner wird die Spanstärke (Abb. 10), und zwar ist:

$$\sin \alpha = \frac{k}{s}, \text{ also } k = s \cdot \sin \alpha.$$

Beispiel: Die Schnittkante eines Stahls steht im Winkel von 50° zur Arbeitsfläche. Der Vorschub beträgt 1,8 mm/Umdrehung. Wie groß ist die Spanstärke?

Lösung: $\alpha = 50^\circ, s = 1,8$ mm,
Spanstärke $k = s \cdot \sin \alpha = 1,8 \cdot 0,766 = 1,3788$ mm.

Der Spanquerschnitt q bei einer Umdrehung ist, gleichgültig unter welchem Winkel die Schneidkante zur Arbeitsfläche steht, durch die Gleichung bestimmt:

$$q = s \cdot a \text{ in qmm} \dots\dots\dots 7)$$

$$= k \cdot r \text{ ,, ,,} \dots\dots\dots 8)$$

Die Richtigkeit dieser Beziehungen leuchtet schon bei Betrachtung der Abb. 9 und 10 ein; im ersten Falle ist der Querschnitt gleich dem

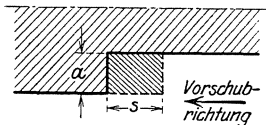


Abb. 9.

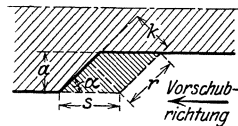


Abb. 10

Produkt aus Vorschub s und Schnitt- oder Spantiefe a , kenntlich durch das schraffierte Rechteck; im zweiten Falle gleich dem Produkt aus Spanbreite r und Spanstärke k , kenntlich durch das schraffierte Parallelogramm. Beide Flächen sind aber gleich, sofern nur Vorschub und Schnitttiefe in beiden Fällen dieselben sind, denn durch die schräge Stellung der Schneide wird zwar die Spanbreite größer, die Spanstärke dagegen kleiner.

Beispiel: Der Vorschub ist 1,8 mm/Umdrehung, die Schnitttiefe oder Spantiefe $a = 28$ mm. Wie groß ist der Spanquerschnitt?

Lösung: $q = a \cdot s = 28 \cdot 1,8 = 50,4$ mm².

Hier sei jedoch bemerkt, daß der Querschnitt, mit dem sich der Span vom Werkstück löst, nicht etwa derselbe ist, den der Span nach dem Abschälen aufweist. Infolge des Abscherens und Stauchens sowie infolge von Reibungsvorgängen an der Stahlbrust nimmt der Span eine unregelmäßige und veränderte Gestalt an, die auch noch vom Werkstoff abhängt, aus dem er besteht. Deshalb kann man am fertigen Span weder den Vorschub noch die Spanstärke noch die Span-

breite messen. Dagegen ist es nicht schwer, die Spantiefe oder Schnitttiefe durch Schublehre, Rachenlehre, Feinmeßlehre oder Tiefenmaß zu ermitteln.

Vom Spanquerschnitt und von der Schnittgeschwindigkeit hängt schließlich noch die Spanmenge M ab; das ist das Spangewicht, das durch die Werkzeugmaschine in der Zeiteinheit abgeschält werden kann und das mitbestimmend für die Beurteilung der Leistung einer Maschine ist. Die Spanmenge M ist abhängig vom Spanquerschnitt q , von der Schnittgeschwindigkeit v und vom spezifischen Gewicht y des Werkstoffes nach der folgenden Gleichung:

$$M = q \cdot v \cdot y \cdot \dots \dots \dots 9)$$

(Bemerkung: Um das Gewicht in kg zu erhalten, müssen alle Größen in Dezimetern (dm) eingesetzt werden.)

Beispiel: Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 13 m in der Minute bei einem Vorschub von 2,8 mm für eine Umdrehung und einer Spantiefe von 28 mm. Das Werkstück besteht aus Stahlguß vom spez. Gewicht 7,8. Wie groß ist die Spanmenge in der Minute?

$$\begin{aligned} \text{Lösung: } M &= q \cdot v \cdot y = s \cdot \ddot{a} \cdot v \cdot y \quad (1 \text{ Dezimeter} = 100 \text{ mm}!) \\ &= 0,028 \cdot 0,28 \cdot 130 \cdot 7,8 \\ &= 7,950 \text{ kg in der Minute.} \end{aligned}$$

Als letzter der grundlegenden Begriffe bleibt noch die Schnittzahl zu erklären. Zur Einhaltung der genauen Zeichnungsmaße eines Werkstückes ist dieses im Rohzustand, d. h. vor der Bearbeitung, mit einer Zugabe an Material versehen, zu deren Entfernung je nach ihrer Größe ein oder mehrere Schnitte erforderlich sind. Für den ersten Schnitt wählt man aus praktischen Gründen eine große Spantiefe, damit die Schneidkanten des Werkzeuges durch die Unebenheiten der Werkstückoberfläche und durch die harte Oberflächenkruste nicht vorzeitig leiden. Meist ist dann noch ein zweiter und dritter Schnitt erforderlich, um das Werkstück in den gewünschten Abmessungen fertigzustellen. Mit dem letzten Schnitt, Schlichtschnitt genannt, entfernt man durch einen Span von verhältnismäßig geringer Tiefe die Spuren des letzten Schrappschnitts und bringt zugleich das Werkstück auf das richtige Maß. Bei Maschinen mit kreisender Schnittbewegung nimmt der Werkstückdurchmesser mit jedem solchen Schnitt ab und damit verändert sich bei gleichbleibender Umlaufzahl die Schnittgeschwindigkeit. Über die rechnerische Behandlung dieser Erscheinung siehe S. 37 (unter Abschnitt e).

Zum Schlusse seien noch als Sonderfälle die Vorgänge bei der Zerspannung durch mehrschneidige Werkzeuge erläutert.

Bei den mehrschneidigen Werkzeugen mit kreisender Schnittbewegung und achsialem Vorschub — mit Ausnahme der Fräser — ist

der Spanquerschnitt abhängig vom Vorschub s , von der Anzahl i der Schneiden und vom Durchmesser d des Werkzeugs. Die Abb. 11, 12 zeigt einen zweischneidigen Bohrer und den bei einer Umdrehung entstehenden Spanquerschnitt. Man sieht, daß jede Schneide die Hälfte der Spanstärke abschält, die durch den Vorschub für eine Umdrehung entsteht; wären mehr als zwei Schneiden vorhanden, so würde auf jede Schneide ein Drittel, ein Viertel usw. der vom Vorschub abhängigen Spanstärke entfallen.

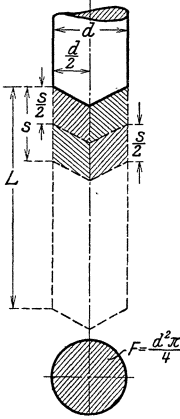


Abb. 11, 12.

Im vorliegenden Beispiel ist also der Spanquerschnitt, der durch jede der beiden Schneiden abgeschält wird:

$$q_1 = \frac{d}{2} \cdot \frac{s}{i} = \frac{d}{2} \cdot \frac{s}{2} = \frac{d \cdot s}{4}$$

Der gesamte Spanquerschnitt ist daher:

$$q = \frac{d \cdot s}{2} \dots \dots \dots 10)$$

Die gesamte Spanmenge in der Minute wird wieder bestimmt durch die Gleichung 9)

$$M = q \cdot v \cdot y$$

Hier ist nun q der gesamte Spanquerschnitt, der auf alle Schneiden zusammen entfällt. Beim zweischneidigen Spiralbohrer wird also:

$$M = q \cdot v \cdot y = 2 \cdot \frac{d}{2} \cdot \frac{s}{2} \cdot v \cdot y = \frac{s \cdot d}{2} \cdot v \cdot y$$

Die Schnittgeschwindigkeit ist in der Achse des Bohrers = Null, am äußeren Durchmesser = $d \cdot \pi \cdot n$ (vgl. Gleichung 2), also im Mittel $\frac{d \cdot \pi \cdot n}{2}$. Da hier d in Dezimetern eingesetzt wird, fällt die Umrechnungszahl 1000 im Nenner fort. Setzt man diesen Wert für v ein, so nimmt die Gleichung folgende Form an:

$$M = \frac{s \cdot d}{2} \cdot \frac{d \cdot \pi \cdot n}{2} \cdot y = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot s \cdot n \cdot y$$

Hierin ist nun $\frac{d^2 \cdot \pi}{4}$ gleich dem Inhalt der Querschnittsfläche des Bohrers bzw. des Loches, kurz Grundfläche F genannt (Abb. 12), das Produkt $s \cdot n$ aber ist gleich der Tiefe L des Loches, die beim Vorschub s und n Umdrehungen in der Minute entsteht. Man kann daher die

Gleichung für die minutlich gelieferte Spanmenge in der folgenden abgekürzten Form schreiben:

$$M = F \cdot L \cdot y \dots\dots\dots 11)$$

Beispiel: In einem Werkstück aus Stahlguß soll ein Loch von 30 mm Durchmesser mit einem Vorschub von 0,3 mm pro Umdrehung gebohrt werden. Die Bohrspindel macht 120 Umdrehungen in der Minute. Wie groß ist die minutliche Spanmenge?

$$F = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{0,3^2 \cdot 3,14}{4} = 0,0706 \text{ dm}^2$$

(alle Größen in Dezimetern = 100 mm einsetzen!),

$$L = s \cdot n = 0,003 \cdot 120 = 0,36 \text{ dm.}$$

Spezifisches Gewicht $y = 7,8$.

Also $M = 0,0706 \cdot 0,36 \cdot 7,8 = 0,198 \text{ kg}$ in der Minute.

Die grundsätzliche Arbeitsweise beim Fräsen zeigt Abb. 13. Durch die Schnittbewegung des Fräasers — Drehung um seine Achse x — würde der unterste Zahn aus Punkt 1 nach Punkt 2 gelangen; unter dem Einfluß der gleichzeitigen Vorschubbewegung gelangt er jedoch nach 3. Es entsteht also ein kommaförmiger Span, dessen Spitze unten liegt, und die Arbeit jedes einzelnen Zahnes steigt von Null bis auf ihr Höchstmaß.

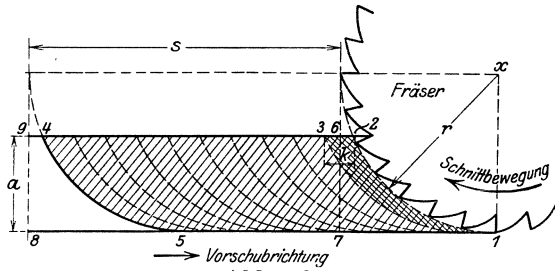


Abb. 13.

liegt, und die Arbeit jedes einzelnen Zahnes steigt von Null bis auf ihr Höchstmaß.

Die Spanstärke des von einem einzelnen Fräserzahn abgeschälten Spanes ist also gleich der Strecke 2—3, die wir k nennen wollen. Hat der Fräser 10 Zähne und ist $k = 2 \text{ mm}$, so muß die ganze Zahnstärke aller während einer Fräserumdrehung abgeschälten Späne $= 2 \cdot 10 = 20 \text{ mm}$ sein; diese Strecke ist aber gleich dem Vorschub s des Fräasers in mm für eine Umdrehung. Bedeutet also i_1 allgemein die Zähnezahzahl des Fräasers, so ist

$$s = k \cdot i_1$$

oder:

$$k = \frac{s}{i_1} \dots\dots\dots 12)$$

Will man die Spanstärke durch den Vorschub s_m in mm i. d. Minute ausdrücken, so ist zu beachten, daß s_m gleich ist dem Produkt aus dem

Vorschub s für eine Umdrehung und der Anzahl n von Umdrehungen in der Minute; es ist also:

$$s_m = s \cdot n \dots \dots \dots 13)$$

oder

$$s = \frac{s_m}{n} \dots \dots \dots 14)$$

und daher

$$k = \frac{s_m}{n \cdot i}$$

Beispiel: Ein Fräser mit 50 Zähnen arbeitet mit 35 Umläufen in der Minute bei einem Vorschub von 40 mm in der Minute. Wie groß ist die Spanstärke?

Lösung: $k = \frac{s_m}{n \cdot i_1} = \frac{40}{35 \cdot 50} = 0,0228 \text{ mm.}$

Beispiel: Ein Fräser mit 24 Zähnen arbeitet mit einem Vorschub von 4 mm für eine Umdrehung. Wie groß ist die Spanstärke?

Lösung: $k = \frac{s}{i_1} = \frac{4}{24} = 0,167 \text{ mm.}$

Der Spanquerschnitt beim Fräsen ist außer von der Spanstärke und der Zähnezahl bzw. dem Vorschub noch abhängig von der Spantiefe a .

Die schraffierte Fläche (1 2 4 5) in Abb. 13 stellt den Spanquerschnitt dar, der bei einer ganzen Umdrehung des Fräasers abgeschält wird. Diese Fläche (1 2 4 5) ist aber gleich der Fläche (6 7 8 9), weil die Flächen (1 2 6 7) und (5 4 9 8) gleich sind; man kann sich (1 2 6 7) rechts wegdenken und bei (6 7 5 4) links ansetzen, dann erhält man (6 7 8 9). Nun ist aber der Inhalt der rechteckigen Fläche (6 7 8 9) gleich $s \cdot a$, also

$$q = s \cdot a \dots \dots \dots 15)$$

Beispiel: Bei einem Vorschub von 4 mm für eine Umdrehung wird ein Span von 25 mm Tiefe abgehoben. Wie groß ist der Querschnitt für eine Umdrehung?

Lösung: $q = s \cdot a = 4 \cdot 25 = 100 \text{ mm}^2.$

Die Spanmenge in der Minute ist beim Fräsen:

$$M = F \cdot s_m \cdot y, \dots \dots 16)$$

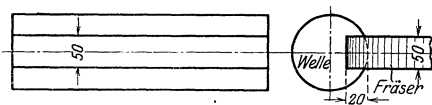


Abb. 14, 15.

wo F der Querschnitt der gefrästen Nut oder dgl. und y das spezifische Gewicht des Werkstoffs bedeutet. Die Ableitung

der Gleichung wird durch das folgende Beispiel (s. Abb. 14, 15) erläutert:

In eine Welle wird eine Nut von 50 mm Breite und 20 mm Tiefe mit einem minutlichen Vorschub von 35 mm gefräst. Wie groß ist die Spanmenge in der Minute?

$$F = 0,5 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ Dezimeter}^2 \text{ (abgerundeter Wert).}$$

In einer Minute wird annähernd ein rechteckiges Prisma ausgefräst, dessen Grundfläche = F und dessen Länge gleich dem minutlichen Vorschub s_m ist.

$$\text{Also } M = 0,5 \cdot 0,2 \cdot 0,35 \cdot 7,8 = 0,273 \text{ kg.}$$

Die folgende Übersicht enthält die Abkürzungen für die Rechnungsgrößen, wie sie in den folgenden Kapiteln stets wieder gebraucht werden. Es bedeutet:

- v = Schnittgeschwindigkeit in m f. eine Minute bei Werkzeugmaschinen mit kreisender Hauptbewegung.
- v_s = Schnittgeschwindigkeit in mm/Sekunde bei Werkzeugmaschinen mit kreisender Hauptbewegung.
- v_a = Schnittgeschwindigkeit in m f. eine Minute bei Werkzeugmaschinen mit geradliniger Hauptbewegung.
- v_r = Rücklaufgeschwindigkeit in m f. eine Minute bei Werkzeugmaschinen mit geradliniger Hauptbewegung.
- s = Vorschub in mm f. eine Umdrehung (bzw. für einen Doppelhub bei Maschinen mit geradliniger Hauptbewegung).
- s_m = Vorschub in mm in einer Minute.
- n = Drehzahl des Werkstücks oder Werkzeugs in der Minute, bzw. Anzahl der Doppelhübe in der Minute.
- a = Spantiefe in mm.
- i = Schnitzzahl.
- $q = a \cdot s$ = Spanquerschnitt in mm² für eine Umdrehung.
- M = Spanmenge in kg in der Minute.

b) Bestimmende Faktoren für die Wahl von Schnittgeschwindigkeit und Vorschub.

Bei der Ermittlung der Maschinenlaufzeiten hat der Vorkalkulator mit der richtigen Wahl der Größen für Schnittgeschwindigkeit und Vorschub zu beginnen. Es gehört zu seinen wichtigsten und schwierigsten Aufgaben, diese Größen entsprechend den Bedingungen des gerade vorliegenden Einzelfalles zu bestimmen.

In den Tabellen der späteren Kapitel sind Erfahrungswerte für beide Größen bei den verschiedenen Arbeitsverfahren gegeben. Um jede Arbeit in der kürzesten Zeit zu erledigen, müßte man bei der Wahl stets an die obere Grenze dieser Erfahrungswerte gehen. Da jedoch die Größen von Schnittgeschwindigkeit und Vorschub nicht nur voneinander, sondern auch von anderen Faktoren abhängen, muß man zuweilen erheblich unter den Höchstwerten bleiben, während man sie in einzelnen Fällen überschreiten kann. Bei der Auswahl sind folgende allgemeine Gesichtspunkte zu betrachten:

1. Von bestimmendem Einfluß ist der Stoff, aus dem das Werkstück und das Werkzeug bestehen. Je größer Zugfestigkeit und Härte des Werkstoffs sind, aus dem das Werkstück besteht, um so kleiner müssen Schnittgeschwindigkeit und Vorschub ausfallen. Für die verschiedenen Stahlsorten wird die Zugfestigkeit bei der Lieferung angegeben. Schwieriger ist die Bestimmung der Härte bei Gußeisen, wo sie vom Kohlenstoffgehalt und von der Art des Gießens, sowie bei Legierungen wie Bronze, wo sie von der Zusammensetzung und der Art des Gießens abhängt. Es ist empfehlenswert, von einem Werkstoff von bestimmtem Härtegrad, für das man die passende Schnittgeschwindigkeit und den Vorschub erprobt hat, auszugehen, bei anderem Werkstoff derselben Sorte die Härte vergleichsweise zu prüfen und eine dementsprechende Vergrößerung oder Verminderung der Geschwindigkeiten einzusetzen.

2. Von größter Bedeutung ist es natürlich, ob das Werkzeug aus gewöhnlichem Werkzeugstahl oder aus Schnellstahl besteht, weil der letztere eine erheblich größere Erwärmung und daher größere Schnittgeschwindigkeiten verträgt und weil er dabei länger schneidhaltig bleibt, d. h. weil die Zeit zum Wiederanschleifen länger ist. Man kann beim Schruppen mit Schnellstahl die Geschwindigkeiten steigern, bis die Späne blau anlaufen oder sogar schwach glühend werden, ohne befürchten zu müssen, daß der Stahl an Schneidhaltigkeit verliert.

3. Schnittgeschwindigkeit und Vorschub stehen in einem gewissen Verhältnis zueinander.

Die Schnittgeschwindigkeit muß um so kleiner sein, je härter der Werkstoff und je größer der Spanquerschnitt ist, der seinerseits vom Vorschub und von der Spantiefe abhängt. Durch Vergrößerung des Spanquerschnitts bei gleichbleibender Schnittgeschwindigkeit erwärmt sich das Werkzeug mehr, als durch Vergrößerung der Schnittgeschwindigkeit bei gleichbleibendem Querschnitt.

Die Spanstärke beeinflußt die Schnittgeschwindigkeit in stärkerem Maße als es die Spantiefe tut. Verringert man z. B. den Vorschub und damit die Spanstärke auf ein Drittel, so kann man die Schnittgeschwindigkeit auf das 1,8fache steigern; dagegen nur auf das 1,27fache, wenn man die Spantiefe auf ein Drittel verringert.

Man kann mehr Werkstoff abheben bei großem Vorschub und kleinerer Schnittgeschwindigkeit als umgekehrt. Bei alten Praktikern herrscht zwar manchmal noch die Meinung vor, daß große Vorschübe überhaupt nicht zweckmäßig seien, weil die Werkzeuge und die Maschinen sie nicht aushielten. Die Versuche von Taylor haben aber gerade das Gegenteil erwiesen; große Vorschübe bei mäßiger Schnittgeschwindigkeit wirken sehr günstig auf den Gang der Maschine.

Im allgemeinen wählt man für Schrupparbeiten mäßige Schnittgeschwindigkeit und großen Vorschub, für Schlichtarbeiten höhere Schnittgeschwindigkeit und feineren Vorschub.

4. Die Gestalt des Werkzeugs ist insofern von Einfluß, als, wie auf S. 18 beschrieben, die Spanstärke auch von der Form der Schneidkante und von dem Winkel abhängt, den die Schneidkante mit der Schnittfläche bildet. Die Spanstärke ihrerseits beeinflußt aber, wie wir eben sahen, die Schnittgeschwindigkeit in besonderem Maße.

Weiterhin ist die Gestalt der Schneidbrust und des Schneidrückens beim Werkzeug maßgebend für die mehr oder minder große Erwärmung. Besonders die Schneidbrust muß glatt geschliffen und entsprechend gestaltet sein, um ein möglichst reibungsloses Abfließen des Spanes zu ermöglichen.

5. Wird die Erwärmung, die durch Reibung des Schneidenrückens an der Arbeitsfläche und des abfließenden Spanes an der Schneidbrust entsteht, durch eine zweckmäßige Kühlung verringert, so kann man die Schnittgeschwindigkeit erheblich heraufsetzen, ohne befürchten zu müssen, daß die Schneidhaltigkeit leidet.

Um eine ausgiebige Kühlung zu erhalten, muß man einen kräftigen Wasserstrahl mit geringer Geschwindigkeit unmittelbar auf die Stelle richten, an der der Span sich vom Werkstück trennt; eine Kühlung, die etwa, wie früher üblich, nur tropfenweise erfolgt, ist wertlos und darf bei der Wahl der Schnittgeschwindigkeit überhaupt nicht berücksichtigt werden. Nach einer stark verbreiteten, jedoch völlig irrigen Ansicht noch vieler Fachleute soll man bei Bearbeitung von Grauguß keine Wasserkühlung verwenden. Die Kühlung wirkt im Gegenteil auch hierbei sehr günstig.

Die normalen Schnittgeschwindigkeiten können bei Verwendung einer wirksamen Wasserkühlung wie folgt gesteigert werden:

Bei Bearbeitung von Grauguß etwa um 15 %.
„ „ „ Tiegelgußstahl etwa um 25 %.
„ „ „ Siemens-Martin-Stahl um 40 %.

Auch die richtige Bemessung des Stahlquerschnitts ist von wesentlichem Einfluß auf eine gute Abführung der Wärme.

6. Zu beachten sind endlich noch die „Vibrationserscheinungen“, d. h. Erzitterungen, die aus verschiedenen Ursachen sowohl am Werkstück wie auch an der Werkzeugmaschine auftreten können.

Wesentlich ist vor allem die Länge des Werkstücks im Verhältnis zu seinem Durchmesser. Bei sehr langen Stücken müssen Schnittgeschwindigkeit und Vorschub kleiner gewählt werden, es sei denn, daß man die Stücke durch Setzstöcke sehr gut abstützen kann.

Diese sollen in Abständen stehen, die etwa gleich dem 12fachen Durchmesser sind.

In vielen anderen Fällen werden die Erzitterungen durch Fehler in der Einspannung, schlecht oder falsch geschliffene Werkzeuge, zu schwache Mitnehmer oder Drehherze, zu kleinen Steigungswinkel der Spiralzähne bei Fräsern und andere Fehler verursacht, deren Abstellung möglich ist, so daß man dann Schnittgeschwindigkeit und Vorschub normal wählen kann.

Schwieriger sind die Erzitterungen zu vermeiden, wenn ihre Ursache in der Werkzeugmaschine liegt. Es können ungenügende Verankerung, schlechte Verzahnung der Antriebräder, Spiel in den Lagern und Führungen und zu schwache Abmessungen der Maschine überhaupt vorliegen. Treten die Erzitterungen an den Maschinen auf, so bleibt nichts anderes übrig, als durch Ausprobieren die Schnittgeschwindigkeit, den Vorschub und die Spanstärke festzustellen, bei der die Maschine ruhig arbeitet.

Bemerkt sei hier, daß man Erzitterungen bei Dreh- und Bohrwerken häufig durch gleichzeitiges Arbeiten mit zwei oder drei Werkzeugen abstellen kann.

7. Es ist ohne Belang für die Bestimmung der Größe des Vorschubes, ob er gleichförmig wie bei der Drehbank oder ruckweise am Ende eines Hubes wie bei der Hobelmaschine erfolgt.

c) Ermittlung der auf den Werkzeugmaschinen tatsächlich herzustellenden Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe.

(Maschinenkarten, Maschinenaufnahmen.)

Nachdem der Vorkalkulator die Schnittgeschwindigkeit und den Vorschub unter Berücksichtigung der besonderen Verhältnisse im einzelnen Falle aus den vorhandenen Erfahrungswerten gewählt hat, muß er prüfen, ob die Werkzeugmaschine, die für die Bearbeitung in Frage kommt, die gewählten Größen auch genau oder doch annähernd genau hergibt.

Zu diesem Zwecke muß er sich sogenannte „Maschinenkarten“ für jede einzelne Werkzeugmaschine herstellen, auf denen die erzielbaren Umdrehungszahlen und Vorschübe ein für allemal eingetragen werden; Beispiele sind in Teil II gegeben. Neuzeitliche Maschinen tragen Tabellen, auf denen diese Größen (mit den zugehörigen Hebelstellungen) vermerkt sind; an älteren Maschinen lassen sie sich mit Hilfe der Stoppuhr, des Umlaufzählers und eines Maßstabes leicht feststellen. Über derartige „Maschinenaufnahmen“ siehe S. 209 bis 212.

Soll die Arbeit auf einer Werkzeugmaschine mit kreisender Schnittbewegung, z. B. einer Drehbank erfolgen, so ist die Schnittgeschwindig-

keit abhängig vom Durchmesser D des Werkstücks (oder d des Werkzeugs) und von der Umlaufzahl n .

Der Zusammenhang dieser Größen ist durch die Gleichungen 2) und 3) gegeben:

$$\text{Schnittgeschw. in m/Min} \quad v = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000}, \quad (D \text{ in mm})$$

$$\text{Schnittgeschw. in mm/sec} \quad v_s = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{60}, \quad (D \text{ in mm}).$$

Die Größe für v bzw. v_s wurde nach den im letzten Abschnitt beschriebenen Grundsätzen gewählt; die Größe von D ist in jedem Einzelfalle durch die Zeichnung gegeben; es muß also durch Einsetzen der Zahlenwerte für diese Größen die zur Erzielung der gewählten Schnittgeschwindigkeit nötige Umlaufzahl n der Maschine errechnet werden.

Zur bequemeren Rechnung wurden beide Gleichungen nach n aufgelöst und ergeben:

$$n = \frac{v \cdot 1000}{D \cdot \pi} \text{ Umläufe i. d. Minute 17)}$$

oder

$$n = \frac{v_s \cdot 60}{D \cdot \pi} \text{ Umläufe i. d. Sekunde. 18)}$$

Die so errechnete Umlaufzahl wird natürlich nicht immer genau auf der vorhandenen Maschine herzustellen sein. Man wählt dann nach der Maschinenkarte diejenige, die ihr am nächsten liegt.

Man kann also an Hand obiger Gleichungen einen der drei Werte v , D , n errechnen, wenn zwei davon bekannt sind; zum schnellen Auffinden der Werte ohne Rechnung dient die Tabelle 3, 4 und 5. Die oberste Querspalte gibt die Schnittgeschwindigkeit v von 3,0 bis 60,0 m/Min an; die darunterstehenden Werte der zweiten oberen Querspalte bedeuten dieselben Schnittgeschwindigkeiten, aber in mm/sec ausgedrückt.

Die mit D überschriebene linke senkrechte Spalte enthält die Werkstückdurchmesser von 2—100 mm, und zwar von 2—20 um je 1, von 20—100 um je 2 mm steigend.

Die übrigen Spalten enthalten die Umlaufzeiten in der Minute.

Es ist leicht, die Umlaufzahlen und Schnittgeschwindigkeiten auch für Durchmesser über 100 mm zu finden. Wenn z. B. ein Werkstück von 200 mm Durchmesser mit einer Schnittgeschwindigkeit von 12 m/Min bearbeitet werden soll, so findet man die Umlaufzahl, indem man $D = 20$ aufsucht, nach rechts in die senkrechte Spalte $v = 12$ m/Min geht und dort statt 191 die Zahl 19,1 abliest, also das Komma um eine

Stelle nach links rückt. — Ist $D = 2000$ mm und $v = 12$, so hat man von der Zahl 191 zwei Stellen nach links abzustreichen, um die richtige Umlaufzahl 1,91 zu erhalten. — Ist $D = 8000$ mm und $v = 9$ m/Min, so findet man $n = 35,8$ und erhält durch Abstreichen von 2 Stellen $n = 0,358$.

Als Regel gilt also: Ist der gesuchte Durchmesser gleich dem zehnfachen, hundert- oder tausendfachen des in der Tabelle angegebenen, so erhält man die richtige Umlaufzahl, wenn man von der in der Tabelle gefundenen eine, zwei oder drei Stellen durch das Komma nach links abstreicht.

Zwischenwerte findet man durch Interpolieren. Soll z. B. ein Werkstück von $D = 55$ mm mit $v = 12$ m/Min bearbeitet werden, so findet man in der Tabelle

$$\text{für } D = 54 \text{ mm } n = 70,7$$

$$\text{,, } D = 56 \text{ ,, } n = 68,2$$

Daher beträgt die gesuchte Umlaufzahl für $D = 55$:

$$n = \frac{70,7 + 68,2}{2} = 69,4 \text{ Uml/Min.}$$

In den meisten praktischen Fällen wird man die Tabelle wie folgt verwenden: es liegt ein Werkstück mit $D = 240$ mm vor; die Schnittgeschwindigkeit ist mit Rücksicht auf Werkstoff usw. mit 18 m/Min gewählt. Die Tabelle gibt hierfür die Zahl $n = 23,9$, die nächstliegenden Umlaufzahlen der vorhandenen Werkzeugmaschine betragen aber 22,5 und 27,0. Da nun 23,9 näher an 22,5 als an 27,0 liegt, ist für die Bearbeitung mit der Umlaufzahl von 22,5 zu rechnen.

Tabelle Nr. 3.

Umlaufzahlen bei gegebenen Schnittgeschwindigkeiten und Durchmessern.

v	3,0	3,6	4,2	4,5	4,8	6,0	7,2	8,4	9,0	9,6	10,8	12,0	13,2	14,4	15,0	15
v_s	50	60	70	75	80	100	120	140	150	160	180	200	220	240	250	24
D	Obere Spalte $v =$ Schnittgeschwindigkeit in m/Min.															
(mm)	Untere „ $v_s =$ „ „ „ mm/Sek.															
2	478	573	669	717	764	955	1146	1337	1433	1528	1720	1911	2102	2291	2389	24
3	319	382	446	478	509	637	764	892	955	1019	1148	1270	1400	1520	1592	16
4	239	286	334	358	382	478	573	669	717	764	860	956	1051	1146	1194	12
5	191	229	268	287	305	382	459	535	573	611	688	764	841	917	955	9
6	159	191	223	239	255	318	382	446	477	509	573	637	700	764	796	8
7	136	164	191	205	218	273	328	382	409	437	491	546	600	655	683	7
8	119	143	167	179	191	239	287	334	358	382	430	478	525	573	597	6
9	106	127	149	159	170	212	255	297	318	340	383	424	467	510	531	5
10	95,5	115	134	143	153	191	239	267	286	306	344	382	420	458	478	4
11	86,8	104	122	130	139	174	208	243	260	278	312	347	382	417	434	4

Fortsetzung Tabelle 3.

v	3,0	3,6	4,2	4,5	4,8	6,0	7,2	8,4	9,0	9,6	10,8	12,0	13,2	14,4	15,0	15,6
v_s	50	60	70	75	80	100	120	140	150	160	180	200	220	240	250	260
D	Obere Spalte $v =$ Schnittgeschwindigkeit in m/Min.															
(mm)	Untere „ $v_s =$ „ „ „ mm/Sek.															
12	79,6	95,5	111	119	127	159	191	223	239	255	287	318	350	382	398	414
13	73,5	88,1	103	110	117	147	176	206	220	235	264	294	323	353	367	382
14	68,2	81,8	95,5	102	109	137	164	191	204	218	246	273	300	327	341	355
15	63,6	76,4	89,1	95,5	102	127	153	178	191	204	229	255	280	306	318	331
16	59,7	71,6	83,6	89,5	94,4	119	144	167	179	191	215	239	263	287	299	311
17	56,2	67,4	78,6	84,3	87,8	112	135	157	169	180	202	225	247	270	281	292
18	52,9	63,7	74,3	79,6	84,8	106	127	149	159	170	191	213	233	255	265	276
19	50,2	60,3	70,3	75,4	80,4	101	121	141	151	161	181	201	221	241	251	261
20	48	57,3	66,8	71,6	76,4	95,4	115	134	143	153	172	191	210	229	239	248
22	43,4	52,1	60,8	65,1	69,5	87	104	122	130	139	157	174	191	208	217	226
24	39,8	47,7	55,7	59,7	63,7	79,7	95,6	112	119	127	144	159	175	191	200	207
26	36,7	44,1	51,5	55,1	58,8	73,5	88,2	103	110	118	132	147	162	177	184	191
28	34,1	41	47,7	51,2	54,6	68,3	81,8	95,5	102	108	123	137	150	164	171	178
30	31,8	38,2	44,6	47,7	51	63,7	76,5	89,2	95,5	102	115	127	140	152	159	166
32	29,8	35,8	41,8	44,8	47,7	59,7	71,6	83,6	89,5	95,5	107	119	131	143	149	155
34	28,1	33,7	39,3	42,1	44,9	56,2	67,4	72,6	84,3	89,9	101	112	124	135	140	146
36	26,5	31,8	37,1	39,8	42,4	53	63,7	74,3	79,6	84,9	95,5	106	117	127	133	138
38	25,1	30,2	35,2	37,7	40,2	50,3	60,3	70,4	75,4	80,4	90,5	101	111	121	126	131
40	23,9	28,6	33,4	35,8	38,2	47,7	57,3	66,8	71,6	76,4	86	95,5	105	115	119	124
42	22,7	27,3	31,8	34,1	36,4	45,5	54,6	63,7	68,2	72,8	81,8	91	100	109	114	118
44	21,7	26,1	30,4	32,6	34,7	43,4	52,1	60,8	65,1	69,5	78,1	86,8	95,5	104	109	113
46	20,6	24,9	29,1	31,1	33,2	41,5	49,8	58,1	62,3	66,4	74,7	83	91,3	99,7	104	108
48	19,9	23,9	27,9	29,8	32	39,2	48	55,9	60	64	72	80	88	96	100	104
50	19,1	22,9	26,7	28,6	30,6	38,2	45,8	53,5	57,3	61,1	68,8	76,4	84	91,7	95,5	99,3
52	18,4	22	25,7	27,5	29,6	37,7	44,1	51,4	55,1	58,8	66,1	73,4	80,8	88,1	91,8	95,5
54	17,7	21,2	24,8	26,5	28,3	35,4	42,4	49,4	53	56,6	63,7	70,7	77,8	84,9	88,4	92
56	17,1	20,5	23,9	25,6	27,3	34,1	40,9	47,7	51,2	54,6	61,3	68,2	75	81,8	85,3	88,7
58	16,5	19,8	23,1	24,7	26,3	32,9	39,5	46,1	49,4	52,7	59,3	65,8	72,4	79	82,3	85,6
60	15,9	19	22,3	23,9	25,5	31,8	38,2	44,6	47,7	50,9	57,3	63,7	70	76,4	79,6	82,8
62	15,4	18,5	21,6	23,1	24,6	30,8	37	43,1	46,2	49,3	55,4	61,6	67,8	73,9	77	80,1
64	14,9	17,9	20,9	22,4	23,9	29,8	35,8	41,8	44,8	47,7	53,7	59,7	65,6	71,6	74,6	77,6
66	14,5	17,4	20,3	21,7	23,1	28,9	34,7	40,5	43,4	46,3	52,4	57,9	63,7	69,5	72,3	75,2
68	14	16,8	19,7	21,1	22,5	28,1	33,7	39,3	42,1	44,9	51,1	56,1	61,8	67,4	70,2	73
70	13,6	16,4	19,1	20,5	21,8	27,3	32,7	38,2	40,9	43,6	49,1	54,6	60	65,5	68,2	70,9
72	13,3	15,9	18,5	19,9	21,2	26,5	31,8	37,1	39,8	42,4	47,8	53	58,3	63,6	66,3	69
74	12,9	15,5	18,1	19,4	20,6	25,8	31	36,1	38,7	41,3	46,5	51,6	56,8	62	64,5	67,1
76	12,6	15,1	17,6	18,8	20,1	25,1	30,2	35,2	37,7	40,2	45,2	50,2	55,3	60,3	62,8	65,3
78	12,2	14,7	17,1	18,4	19,6	24,5	29,4	34,3	36,7	39,2	44,1	49	53,9	58,8	61,2	63,7
80	11,9	14,3	16,7	17,9	19,1	23,9	28,6	33,4	35,8	38,2	43	47,7	52,5	57,3	59,7	62,1
82	11,6	14	16,3	17,5	18,6	23,3	27,9	32,6	34,9	37,3	41,9	46,6	51,2	55,9	58,2	60,6
84	11,4	13,6	15,9	17,1	18,2	22,7	27,3	31,8	34,1	36,4	40,9	45,5	50	54,6	56,8	59,1
86	11,1	13,3	15,5	16,7	17,8	22,2	26,7	31,1	33,3	35,5	40	44,4	48,9	53,3	55,5	57,7
88	10,9	13	15,2	16,3	17,4	21,7	26	30,4	32,6	34,7	39	43,4	47,7	52,1	54,3	56,4
90	10,6	12,7	14,9	15,9	17	21,2	25,5	29,7	31,8	34	38,2	42,4	46,7	50,9	53	55,2
92	10,4	12,5	14,5	15,6	16,6	20,8	24,9	29,1	31,1	33,2	37,4	41,5	45,7	49,8	51,9	54
94	10,2	12,2	14,2	15,2	16,3	20,3	24,4	28,4	30,5	32,5	36,6	40,6	44,7	48,8	50,8	52,8
96	9,94	11,9	13,9	14,9	15,9	19,9	23,9	27,9	29,8	31,8	35,8	39,8	43,8	47,8	49,7	51,7
98	9,74	11,7	13,6	14,6	15,6	19,5	23,4	27,3	29,2	31,2	35,1	39	42,9	46,8	48,7	50,7
00	9,55	11,5	13,4	14,3	15,3	19,1	22,9	26,7	28,6	30,6	34,4	38,2	42	45,8	47,8	49,7

Tabelle Nr. 4.

Umlaufzahlen bei gegebenen Schnittgeschwindigkeiten und Durchmessern.

v v_s	16,8 280	18,0 300	19,2 320	20,4 340	21,0 350	21,6 560	22,8 380	24,0 400	25,5 425	27,0 450	28,5 475	30,0 500	31,5 525	33,0 550	34,5 575	36,0 600
D (mm)	Obere Spalte $v =$ Schnittgeschwindigkeit in m/Min. Untere „ $v_s =$ „ „ mm/Sek.															
2	2675	2866	3057	3248	3344	3440	3631	3822	4060	4300	4446	4777	5015	5251	5491	5731
3	1783	1910	2038	2166	2230	2293	2421	2548	2707	2866	3026	3180	3344	3504	3662	3822
4	1338	1423	1529	1624	1672	1720	1816	1911	2030	2150	2269	2388	2508	2628	2746	2866
5	1070	1147	1223	1299	1337	1376	1452	1529	1624	1720	1815	1911	2010	2102	2197	2293
6	891	956	1019	1083	1115	1147	1210	1274	1353	1433	1513	1592	1672	1752	1831	1911
7	765	819	873	928	956	983	1037	1092	1160	1221	1297	1365	1438	1501	1570	1638
8	670	717	764	812	836	860	908	956	1015	1075	1135	1194	1254	1314	1372	1433
9	594	637	679	722	743	764	807	849	902	955	1008	1062	1115	1168	1221	1274
10	535	573	611	650	669	688	726	765	812	860	908	955	1003	1051	1099	1147
11	486	521	555	590	608	625	660	694	738	781	825	868	912	955	999	1042
12	446	478	510	541	557	573	605	637	677	717	756	796	836	876	916	955
13	411	441	470	499	514	529	558	588	624	661	698	734	771	808	845	882
14	382	409	437	464	478	491	518	546	579	614	648	682	716	750	785	819
15	356	382	407	433	445	458	484	509	541	573	605	637	669	700	732	764
16	334	358	382	406	418	429	454	477	507	537	567	597	627	656	687	716
17	314	338	360	382	393	404	427	449	477	504	534	562	590	618	666	674
18	297	318	340	361	371	382	403	424	451	477	504	530	557	584	610	637
19	282	302	322	342	351	362	382	402	427	452	477	503	528	553	578	593
20	268	287	306	325	334	344	363	382	406	430	445	478	501	525	549	573
22	248	261	278	295	304	313	330	347	369	391	412	434	456	477	499	521
24	223	239	254	271	279	287	302	318	338	358	378	398	418	438	458	478
26	206	220	236	250	258	264	279	294	312	331	349	367	386	404	423	441
28	191	205	218	232	239	245	260	264	290	307	325	341	358	375	393	409
30	178	191	204	217	223	229	242	255	271	287	303	318	334	350	366	382
32	167	179	191	203	209	215	227	239	254	269	284	299	314	328	343	358
34	157	169	180	191	197	202	214	225	239	252	267	281	295	309	323	337
36	149	159	170	180	186	191	202	212	226	238	252	265	279	292	305	318
38	141	151	161	171	176	181	191	201	214	226	239	250	264	276	289	302
40	134	143	153	162	167	172	182	191	203	215	227	239	251	263	275	287
42	128	136	146	155	159	164	173	182	193	205	216	227	239	250	262	273
44	122	130	139	148	152	156	165	174	185	195	206	217	228	239	250	261
46	116	125	133	141	145	150	158	166	177	187	197	208	218	228	239	249
48	112	120	128	136	140	144	152	160	170	179	189	199	209	219	229	239
50	107	115	122	130	134	138	145	153	162	172	182	191	201	210	220	229
52	103	110	118	125	129	132	140	147	156	165	174	184	193	202	211	220
54	99	106	113	120	124	127	134	142	150	159	168	177	186	195	203	212
56	95,5	102	109	116	119	123	130	136	145	153	162	170	179	188	196	205
58	92,2	98,8	105	112	115	119	125	132	140	148	156	165	173	182	189	198
60	89,1	95,5	102	108	111	115	121	127	135	143	151	159	167	175	183	191
62	86,3	92,4	98,6	105	108	111	117	123	131	139	146	154	162	169	177	185
64	83,6	89,5	95,5	101	104	107	113	119	127	134	142	149	157	164	172	179
66	81	86,8	92,6	98,4	101	104	110	116	123	130	137	144	152	159	166	174
68	78,6	84,7	89,8	95,4	98,2	102	107	112	119	126	133	140	147	155	162	169
70	76,4	81,9	87,3	92,8	95,5	98,2	104	109	116	122	130	136	143	150	157	164
72	74,3	79,6	84,9	90,2	92,8	95,5	101	106	113	119	126	133	139	146	153	159
74	72,3	77,4	82,6	87,8	90,3	92,9	98	103	110	116	123	129	136	142	148	155
76	70,4	75,4	80,4	85,4	88	90,5	95,5	101	107	113	119	126	132	138	144	151
78	68,6	73,5	78,3	83,2	85,7	88,1	93	97,9	104	109	116	122	128	134	141	146
80	66,9	71,6	76,4	81,3	83,6	85,9	90,7	95,5	101	107	113	119	125	131	137	143

Fortsetzung Tabelle 4.

v	16,8	18,0	19,2	20,4	21,0	21,6	22,8	24,0	25,5	27,0	28,5	30,0	31,5	33,0	34,5	36,0
v_s	280	300	320	340	350	360	380	400	425	450	475	500	525	550	575	600
D	Obere Spalte v = Schnittgeschwindigkeit in m/Min.															
mm)	Untere „ v_s = „ „ „ mm/Sek.															
82	65,2	69,9	74,5	79,2	81,5	83,8	88,5	93,2	99	105	111	116	122	128	134	140
84	63,7	68,2	72,8	77,3	79,6	81,9	86,4	90,9	96,6	102	108	114	119	125	131	136
86	62,2	66,6	71	75,5	77,7	80	84,4	88,8	94,4	101	105	111	117	122	128	133
88	60,8	65,1	69,4	73,8	76	78,1	82,5	86,8	92,2	98	103	108	114	119	125	130
90	59,4	63,7	67,9	72,1	74,3	76,4	80,6	84,9	90,2	96	101	106	111	117	122	127
92	58,1	62,3	66,4	70,6	73,6	74,7	78,9	83	88,2	93	99	104	109	114	119	125
94	56,9	61	65	69,1	71,1	73,1	77,2	81,3	86,3	91	96	102	107	112	117	122
96	55,7	59,7	63,7	67,6	69,6	71,6	75,6	79,6	84,6	89	94	99	104	109	114	119
98	54,6	58,5	62,4	66,3	68,2	70,2	74	78	82,8	88	93	97	102	107	112	117
100	53,5	57,3	61,1	65	66,9	68,8	72,6	76,5	81,2	86	91	95	100	105	110	115

Tabelle Nr. 5.

Umlaufzahlen bei gegebenen Schnittgeschwindigkeiten und Durchmessern.

v	37,5	39,0	40,5	42,0	43,5	45,0	46,5	48,0	49,5	51,0	52,5	54,0	55,5	57,0	58,5	60,0
v_s	625	650	675	700	725	750	775	800	825	850	875	900	925	950	975	1000
D	Obere Spalte v = Schnittgeschwindigkeit in m/Min.															
mm)	Untere „ v_s = „ „ „ mm/Sek.															
2	5971	6210	6450	6687	6929	7165	7402	7642	7882	8120	8360	8598	8838	9076	9315	9555
3	3981	4140	4299	4459	4618	4777	4936	5096	5249	5414	5574	5732	5891	6051	6210	6370
4	2985	3105	3225	3344	3464	3583	3702	3825	3941	4060	4180	4300	4418	4538	4657	4777
5	2388	2484	2580	2675	2771	2866	2962	3057	3153	3249	3344	3440	3535	3630	3726	3820
6	1990	2070	2150	2229	2309	2389	2468	2548	2628	2707	2787	2866	2946	3025	3105	3185
7	1706	1775	1843	1911	1979	2047	2116	2184	2252	2320	2389	2457	2526	2594	2662	2730
8	1493	1553	1613	1672	1732	1792	1851	1911	1971	2030	2090	2150	2210	2269	2329	2389
9	1327	1380	1433	1486	1539	1592	1646	1699	1752	1805	1858	1911	1964	2017	2070	2123
10	1194	1242	1290	1338	1385	1433	1481	1529	1576	1624	1670	1720	1766	1815	1863	1911
11	1086	1129	1173	1216	1260	1303	1346	1390	1435	1476	1519	1563	1606	1649	1692	1737
12	995	1035	1075	1115	1154	1194	1234	1274	1313	1353	1393	1432	1472	1512	1552	1592
13	918	955	992	1028	1065	1102	1139	1175	1212	1249	1286	1322	1359	1396	1453	1469
14	853	887	921	955	989	1023	1057	1091	1126	1160	1194	1228	1262	1296	1330	1364
15	796	828	860	891	923	955	987	1019	1051	1082	1114	1146	1178	1210	1241	1273
16	746	776	806	836	866	895	925	955	985	1015	1045	1075	1109	1134	1164	1194
17	702	730	758	786	815	843	871	899	927	955	983	1011	1039	1067	1095	1124
18	663	681	716	743	760	796	822	849	876	902	929	955	931	1008	1034	1061
19	628	654	679	704	729	754	779	804	829	855	880	905	930	955	980	1005
20	597	621	645	669	693	717	740	764	788	812	836	860	884	908	931	955
22	543	565	586	608	630	651	643	695	717	738	760	782	803	825	848	868
24	498	518	537	557	577	597	617	637	657	677	697	717	736	756	776	796
26	459	478	496	515	533	551	570	588	606	625	643	661	708	725	744	735
28	426	444	461	478	495	512	529	546	563	580	597	614	630	648	666	682
30	398	414	430	446	462	478	495	510	525	541	557	573	589	605	621	637
32	373	388	403	428	433	448	462	477	493	508	523	538	552	567	582	597
34	351	365	379	393	408	422	436	450	464	478	492	506	520	534	548	562
36	332	345	358	372	385	398	411	425	438	451	465	478	491	504	517	531
38	314	327	340	352	365	377	390	402	415	427	440	453	465	477	490	503
40	299	311	323	334	346	358	370	382	394	406	418	430	442	454	466	478

Fortsetzung Tabelle 5.

v	37,5	39,0	40,5	42,0	43,5	45,0	46,5	48,0	49,5	51,0	52,5	54,0	55,5	57,0	58,5	60
v_s	625	650	675	700	725	750	775	800	825	850	875	900	925	950	975	100
D	Obere Spalte v = Schnittgeschwindigkeit in m/Min.															
(mm)	Untere „ v_s = „ „ mm/Sek.															
42	284	296	307	319	330	341	353	364	375	387	398	410	421	432	444	456
44	271	282	293	304	315	326	337	342	358	369	380	391	402	413	424	435
46	260	270	280	291	301	312	322	332	343	353	364	374	384	395	405	416
48	249	259	269	278	289	299	309	319	328	338	348	358	368	378	388	398
50	239	248	258	268	277	287	296	306	315	325	334	344	354	363	373	383
52	230	239	248	257	266	276	285	294	303	312	321	331	340	349	353	363
54	221	230	239	248	257	265	274	283	292	300	309	318	327	336	345	354
56	213	222	230	239	247	256	264	273	281	290	299	307	316	324	333	341
58	206	214	222	231	239	247	255	264	272	280	288	296	305	313	321	330
60	199	207	215	223	231	239	247	255	263	271	279	287	295	303	311	320
62	193	200	208	216	224	231	239	246	254	262	270	277	285	293	301	309
64	187	194	202	209	217	224	231	239	246	254	261	269	276	283	291	299
66	181	188	195	203	210	217	224	232	239	246	253	261	268	275	282	290
68	176	183	190	197	204	211	218	225	232	239	246	253	259	267	274	281
70	171	178	184	191	198	205	212	218	225	232	239	246	253	259	266	273
72	166	172	179	186	192	199	206	212	219	225	231	239	245	252	259	266
74	161	168	174	181	187	194	200	206	213	220	227	232	239	245	252	259
76	157	163	170	176	182	189	195	201	207	214	220	226	233	239	245	252
78	152	159	165	171	177	183	189	195	201	207	213	220	226	232	238	245
80	149	155	161	167	173	179	185	191	197	203	209	215	221	227	233	240
82	146	151	157	163	169	175	181	186	192	198	204	210	216	221	227	233
84	142	148	154	159	165	171	176	183	188	193	199	205	210	216	222	228
86	139	144	150	155	161	167	172	179	183	189	194	200	205	211	217	223
88	136	141	147	152	157	163	168	174	179	185	190	195	201	206	212	218
90	133	138	143	149	154	159	165	170	175	181	186	191	196	202	207	213
92	130	135	140	145	150	156	161	166	171	177	182	186	192	197	203	209
94	127	132	137	142	147	152	158	163	168	173	178	183	188	193	198	204
96	124	129	134	139	144	149	154	159	164	169	174	179	184	189	194	200
98	122	127	131	136	141	146	151	156	161	166	171	175	180	185	190	196
100	119	124	129	134	138	143	148	153	158	162	167	172	177	182	186	191

Soll die Arbeit auf einer Werkzeugmaschine mit geradliniger Schnittbewegung erfolgen, so ist nach Gleichung 4) und 5) die Schnittgeschwindigkeit abhängig von der Länge des Werkstücks und der Anzahl der Doppelhübe in der Minute. Es ist zweckmäßig, sich für jede Hobelmaschine eine Tabelle aufzustellen, in der die möglichen Doppelhübe in der Minute sowie die zugehörigen Hublängen und Schnittgeschwindigkeiten nach obigen Gleichungen vermerkt sind; man kann dann sofort zu der gewählten Schnittgeschwindigkeit die ihr am nächsten liegende, auf der Maschine tatsächlich zu erreichende finden.

Ebenso einfach ist auch die Wahl des passendsten Vorschubes an der Maschine, wenn der richtige Vorschub für den vorliegenden Fall ge-

wählt ist. Wurde der Vorschub s_m in mm/Min ermittelt, gibt jedoch die Maschinenkarte den Vorschub s in mm/Umdrehung an, so gibt die Gleichung 13) den Zusammenhang beider Größen:

$$s_m = s \cdot n .$$

d) Entwicklung der Hauptgleichungen für die Berechnung der Maschinenzeiten.

Nachdem die von der Maschine wirklich hergegebenen Größen für v und s im einzelnen Falle ermittelt sind, können die Laufzeiten aus folgenden Gleichungen errechnet werden:

Löst man die Gleichung 1) nach der Zeit t auf, so erhält man:

$$t = \frac{w}{v}$$

oder in Worten: Die zum Durchlaufen eines Weges w erforderliche Zeit t ist gleich der Länge des Weges dividiert durch die Geschwindigkeit, mit der er durchlaufen wird.

Hieraus ergeben sich die Hauptgleichungen für die Laufzeiten bei Maschinen mit kreisender und mit geradliniger Schnittbewegung.

Wird an einem zylindrischen Werkstück auf der Drehbank ein Span abgenommen, der sich über die ganze Oberfläche erstreckt, so bildet der Weg, den der Stahl auf dem Werkstück beschreibt, infolge des Zusammenwirkens von Schnittgeschwindigkeit und Vorschub eine fortlaufende Schraubenlinie (Abb. 5 und 6). Man kann sich aber mit größter Annäherung an die Wirklichkeit auch vorstellen, daß der Span aus nebeneinander liegenden, einzelnen Ringen besteht.

Dann ist der Weg, den der Stahl bei einer Umdrehung zurücklegt, $= D \cdot \pi$, seine Geschwindigkeit ist eben die Schnittgeschwindigkeit v und die Zeit für eine Umdrehung, also für das Abschälen eines solchen ringförmigen Spanes, ist

$$t = \frac{D \cdot \pi}{1000 \cdot v} \dots \dots \dots 19)$$

Hierin ist wieder D in mm, v in m/Min einzusetzen.

Der Stahl bewegt sich während dieser Zeit infolge der Schaltungsbewegung um das Stück s , nämlich den Vorschub in mm für eine Umdrehung, parallel zur Werkstückachse weiter. Ist nun das Werkstück einschließlich An- und Auslauf L mm lang, so müssen so viel Umdrehungen gemacht werden, als der Vorschub s in der ganzen Länge L aufgeht, also $\frac{L}{s}$ Umdrehungen. Eine Umdrehung dauert, wie wir sahen,

$\frac{D \cdot \pi}{1000 \cdot v}$ Minuten; folglich ist die Zeit für $\frac{L}{s}$ Umdrehungen, also für die ganze Länge des Werkstücks:

$$t = \frac{D \cdot \pi}{1000 \cdot v} \cdot \frac{L}{s} \dots \dots \dots 20)$$

oder:

$$t = \frac{D \cdot \pi \cdot L}{60 \cdot v_s \cdot s} \dots \dots \dots 21)$$

oder gekürzt:

$$t = \frac{0,053 \cdot D \cdot L}{v_s \cdot s} \dots \dots \dots 22)$$

Von derselben Grundgleichung 1) geht man aus, um die Laufzeit für Maschinen mit geradliniger Schnittbewegung zu bestimmen.

Auf der Hobelmaschine wird der Span in nebeneinander liegende Streifen zerlegt (Abb. 7 und 8). Da jeder Schnitt durch einen Hin- und Rückgang des Werkstücks, also durch einen Doppelhub erfolgt, muß man die Zeit für einen Doppelhub aus Arbeitsgeschwindigkeit v_a und Rücklaufgeschwindigkeit v_r errechnen. Daher ist die Zeit für einen Doppelhub:

$$t_1 = \frac{L}{v_a} + \frac{L}{v_r} \dots \dots \dots 23)$$

und die Anzahl der Doppelhübe in einer Minute wird

$$n = \frac{1}{t_1} \dots \dots \dots 24)$$

Während der Zeit t_1 geht der Stahl infolge der Schaltbewegung um ein Stück s mm vor, das gleich dem Vorschub pro Doppelhub ist. Hat das Werkstück eine Breite von b mm, so werden so viel Doppelhübe nötig, als s in b aufgeht, es müssen also $\frac{b}{s}$ Doppelhübe ausgeführt werden.

Daher ist die gesamte Laufzeit:

$$t = \frac{t_1 \cdot b}{s} = \frac{1 \cdot b}{n \cdot s} = \frac{b}{n \cdot s} \dots \dots \dots 25)$$

(siehe jedoch auch die vereinfachten Gleichungen auf S. 208 und 209).

Die Anwendung obiger Hauptgleichungen für das Abstechen, Gewindeschneiden, Bohren, Fräsen, Schleifen usw. findet sich in Teil II jeweils am Eingang der Kapitel.

Es bleibt noch übrig, etwas über die Grundsätze für die **Aufnahme von Maschinen** und die Aufstellung von Maschinenkarten zu sagen.

Es ist von großer Wichtigkeit, daß der Vorkalkulator die Abmessungen und Leistungsfähigkeiten der Werkzeugmaschinen sowie deren Verwendungsmöglichkeiten genau kennt.

Da die Besetzung der Werkzeugmaschinen von der Zahl und Art der Aufträge abhängig ist, so kann leicht der Fall eintreten, daß, wollte man allein vom Standpunkt der kürzesten Arbeitszeiten ausgehen, einzelne der Werkzeugmaschinen auf lange Zeit hinaus besetzt, andere wiederum leer stehen würden.

Die Einhaltung der Lieferzeiten zwingt jedoch, die Arbeiten auf andere, zurzeit weniger belastete, aber auch weniger geeignete Werkzeugmaschinen zu verteilen. Das hat zur Folge, daß der berechnete Stücklohn, der für die geeignetste Maschine berechnet wurde, dann zu klein ist. In diesem Falle müßte nun eine Neuberechnung des Stücklohnes erfolgen, was doppelte Arbeit und zugleich Zeitverlust bedeuten würde. Stehen jedoch Maschinenkarten zur Verfügung, so ist die Umrechnung der Arbeitszeiten für eine andere Werkzeugmaschine in wenigen Minuten erledigt.

Empfehlenswert ist es daher, wenigstens für die wichtigsten Werkzeugmaschinen eines Betriebes deren Hebelstellungen, Stufenzahlen, Umlaufzahlen der Arbeitsspindeln, Vorschübe, Spitzenhöhe und -Weiten, Abmessungen der Aufspanntische, Durchlaßhöhen und -Weiten zwischen Tisch und Querbalken und den Ständern usw. aufzunehmen und in der Maschinenkarte festzulegen. Zweckmäßig fügt man auch Angaben über die Zubehörteile, wie z. B. Planscheibendurchmesser, zu. Die Angaben über Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe werden zweckmäßig graphisch in Form von Kurven aufgetragen.

Die Maschinenaufnahmen sind, wie schon bemerkt, bei den meisten Werkzeugmaschinen neueren Datums nicht nötig, da die Maschinen mit Metalltafeln versehen werden, auf denen Hebelstellungen, Umlaufzahlen, Vorschübe usw. angegeben sind. Hier genügen nur einige Stichproben, ob die Tabellenangaben mit der Wirklichkeit übereinstimmen. Ist dieses nicht der Fall, so sind die Angaben zu verbessern. Sind die Abweichungen nicht allzu groß, so beläßt man die Tafeln an ihrer Stelle, nimmt eine Abschrift davon und setzt die korrigierten Werte in der Maschinenkarte ein.

Bei der Zusammenstellung der Maschinenkarten nach Gruppen gleicher Maschinenarten und annähernd gleicher Abmessungen wird man ersehen, daß bei vielen Maschinen gleicher Herkunft wesentliche Unterschiede der Geschwindigkeiten und Vorschübe nicht bestehen. Man findet aber auch Maschinen, die gar nicht in die Reihe passen wollen. Hier ist es nötig zu untersuchen, auf welche Art und Weise diesem Übelstande abgeholfen werden kann. Obwohl die Lösung dieser Aufgabe durch Änderung der Riemenscheiben im Vorgelege oder dgl.,

oft also mit geringen Mitteln erreicht werden kann und obwohl sie sehr dankbar ist, geht man dieser Arbeit noch vielfach aus dem Wege.

Wie die Aufnahme einer Werkzeugmaschine zu geschehen hat, ist an einer Hobelmaschine auf S. 209 im Teil II beschrieben.

e) Berücksichtigung der Zugaben, Anlauf- und Auslaufwege bei Benutzung der Hauptgleichungen.

Es ist zu beachten, daß als Werte für die Durchmesser und Längen, überhaupt für alle Abmessungen der Werkstücke beim Vorkalkulieren

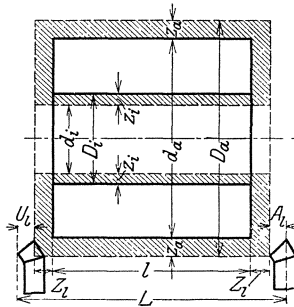


Abb. 16.

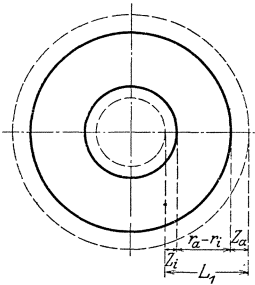


Abb. 17.

nicht die Maße der Zeichnung des fertigen Werkstücks einzusetzen sind. Diese sind vielmehr um die Zugaben für die Bearbeitung und gegebenenfalls um die Anlauf- und Auslaufwege der Werkzeuge zu vergrößern.

Die Abbildungen 16—19 zeigen an schematischen Beispielen für das Außen-, Innen- und Plandrehen, für das Fräsen mit Walzenfräsern sowie für das Hobeln, wie sich aus den Zeichnungsmaßen l , d_a , d_i , den

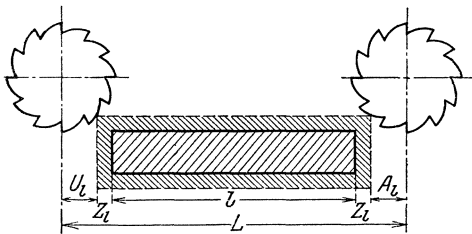


Abb. 18.

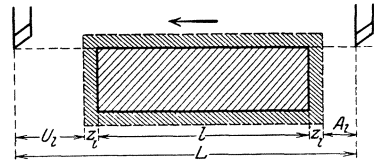


Abb. 19.

Zugaben z_l , z_a , z_i , den Anlaufwegen A_l , A_a und den Auslaufwegen U_l , die Gesamtlängen L und Gesamtdurchmesser D_a (bzw. D_i) ergeben. Praktisch kommen jedoch die Anlauf- und Auslaufwege der Werkzeuge hauptsächlich nur bei den Fräsern in Betracht (vgl. Teil II, S. 179).

Sind zur Entfernung der Durchmesserzugaben, z. B. beim Runddrehen, mehrere Schnitte erforderlich, so nimmt der Durchmesser mit jedem Schnitt um die Schnitttiefe ab. Bei gleichbleibender Umlaufzahl nimmt also dann auch die Schnittgeschwindigkeit für den zweiten oder dritten Span ab; ist die Bearbeitungszugabe sehr groß, so kann der Fall eintreten, daß man nach dem ersten und zweiten Span die nächsthöhere Umlaufzahl der Maschine benutzt, wenn diese günstig liegt, so daß man mit ihr dem gewählten Wert von v näher kommt. Für die Berechnung der Laufzeit ist jedesmal derjenige Wert von v zu ermitteln, der sich aus der Gleichung $v = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000}$ ergibt, wenn für D bei jedem Schnitt der jeweilige äußere, sogenannte Arbeitsdurchmesser eingesetzt wird.

IV. Zeitstudien.

Alle Zeiten, die man nicht errechnen kann, muß man durch Beobachtung ermitteln.

„Zeitstudien“ sind planmäßig durchgeführte Versuche zur Feststellung der Dauer bestimmter Arbeitsvorgänge unter gegebenen Verhältnissen.

Bahnbrechend auf diesem Gebiete war der Amerikaner Taylor. Er war der erste, der die Durchführung und die Ergebnisse derartiger Zeitstudien veröffentlicht hat. Seine Beobachtung der Arbeitszeit eines Roheisen-Abladers, also einer reinen Handzeit, hat grundlegende Bedeutung und eine gewisse Berühmtheit erlangt.

Auf S. 12 wurde bemerkt, daß im zweiten Teil des Buches eine Reihe von Tafeln mit Erfahrungswerten über die nicht durch Rechnung zu ermittelnden Handzeiten — seien es Einrichte- oder Stückzeiten — gebracht werden.

Wenn solche Erfahrungswerte fehlen, oder wenn die vorhandenen nicht zu den Bedingungen des gegebenen Falles passen, muß man solche Zeiten durch Versuche mit Hilfe der Uhr ermitteln.

Beim Arbeiten an Werkzeugmaschinen kommen nicht nur die Handzeiten, sondern auch die Laufzeiten der Maschinen für solche Beobachtung in Frage. Denn in vielen Fällen muß man sich davon überzeugen, ob die angenommenen, der Rechnung zugrunde gelegten Werte z. B. für Schnittgeschwindigkeit und Vorschub auch wirklich eingehalten werden können; teils geschieht dies, um die Leistung neuer oder auch alter Maschinen bei der Ausführung bestimmter Arbeiten festzustellen, teils um den Klagen der Arbeiter über unzureichende Höhe des Stücklohnes zu begegnen.

Durch planmäßige Beobachtung und Feststellung der Arbeitszeiten für ein und dasselbe Stück kann man aber auch verschiedene Arbeitsmethoden in bezug auf ihre Wirtschaftlichkeit miteinander vergleichen. Zeitstudien werden deshalb auch dann getrieben, wenn man neue Arbeitsmethoden oder neue Hilfsmittel, Vorrichtungen u. dgl. einführt und sich von ihrem Wert oder Unwert gegenüber den alten überzeugen will.

Die Grundlage für die Beobachtung ist wiederum die Unterteilung des Arbeitsganges in seine Elemente nach ihrer zeitlichen Reihenfolge. Es kann dabei vorkommen — und zwar besonders, wenn ein Arbeiter mehrere Maschinen bedient — daß Maschinenzeiten und Handzeiten sich zeitlich überdecken, oder umgekehrt. In solchen Fällen beobachtet man im allgemeinen nur die Gesamtzeit. Wie weit man überhaupt mit der Unterteilung des Arbeitsvorganges gehen will, hängt im einzelnen Falle wieder von wirtschaftlichen Gesichtspunkten ab; von diesem Punkte aus ist im allgemeinen vor einer Übertreibung der Unterteilung zu warnen. Bei selten wiederkehrenden Arbeiten oder bei kleinen Stückzahlen tritt sonst leicht der Fall ein, daß der Arbeiter mit seiner Arbeit rascher fertig wird, als der Kalkulator mit seiner Zeitbestimmung.

Aus denselben Gründen wäre es falsch, die Zeitbeobachtung bei Herstellung ungefähr gleichartiger Werkstücke stets zu wiederholen, wenn nicht etwa inzwischen eine grundsätzliche Änderung der Arbeitsmethode eingetreten ist.

Nach dem Grade der Unterteilung kann man die Zeitstudien folgendermaßen einteilen:

1. Bewegungs-Zeitstudien. Dabei handelt es sich darum, die Zeit einzelner Bewegungen oder Handgriffe oder mehrerer Handgriffe und Teilarbeiten zusammengefaßt, innerhalb eines Arbeitsvorganges zu messen. Es findet also eine starke Unterteilung statt, die nur bei ausgesprochener Massenfertigung kleiner und kleinster Teile wirtschaftlich sein kann.

2. Leistungs-Zeitstudien. Hier sieht man von der Beobachtung einzelner Bewegungen ab, faßt ganze Gruppen von Bewegungen und Teilarbeiten innerhalb eines Arbeitsvorganges zusammen und mißt die hierfür aufgewendeten Zeiten. Hierbei ist also das Augenmerk auf das Endergebnis eines größeren, in sich abgeschlossenen Arbeitsvorganges gerichtet.

3. Gesamt-Zeitstudien. Hierbei wird auf jede Unterteilung der Arbeit verzichtet, es wird nur die Zeit gemessen, während deren die gesamte Fertigung eines oder vieler Stücke beendet wird. Diese Art der Beobachtung wird zwar in der Massenfertigung und besonders für Automatenarbeit benutzt, sie ist aber im allgemeinen nur als Notbehelf zu

betrachten, da mit diesen groben Ergebnissen nicht viel angefangen werden kann.

Zusammenfassend kann man sagen, daß in der Fertigung kleinerer oder mittlerer Reihen die Leistungs-Zeitstudie, in der ausgesprochenen Massenfertigung (von mehr als etwa 5000 Stück an) die Bewegungs-Zeitstudie am Platze ist.

Zum Messen der Zeiten verwendet man Stoppuhren; sehr oft genügt auch eine gute Taschenuhr. Sind in einer Massenfertigung die einzelnen Bewegungen so klein, daß der Beobachter keine genauen Resultate mehr ablesen kann, so können sich unter Umständen kinematographische Aufnahmen bezahlt machen.

Vom wirtschaftlichen Standpunkte aus kann man Zeitstudien nur solchen Werken empfehlen, bei denen die Werkzeuge normalisiert sind, die eine neuzeitliche Betriebsorganisation und eine auf wissenschaftlicher Grundlage arbeitende Vorkalkulation besitzen. Wo diese Vorbedingungen fehlen, sollte man Zeitstudien besser ganz unterlassen.

In den erstgenannten Werken werden sich dagegen Zeitstudien bei Herstellung größerer Stückzahlen unter Umständen selbst dann lohnen, wenn die Fertigung nur eine vorübergehende, keine bleibende ist. Denn es kann sich trotz einmaliger Fertigung doch lohnen, besondere Aufspannvorrichtungen und Werkzeuge anzufertigen, nicht nur wegen der Verbilligung der Stückzahl, sondern auch wegen der Kürze des Liefertermins und der Austauschbarkeit der Teile; die Entscheidung über die nötigen Neuanschaffungen kann häufig erst nach Vornahme von Zeitstudien herbeigeführt werden.

Soll aber eine Fertigung für die Dauer aufgenommen werden, so dürfen weder Mühe noch Kosten gescheut werden, um gut durchdachte Sonderwerkzeuge und Vorrichtungen zu beschaffen und zu verwenden, so daß die Gesamtzeit für das Stück möglichst herabgesetzt werden kann; das gleiche gilt für Massenfertigung. In diesen Fällen ist die Zeitbeobachtung stets am Platz.

Für die Ausführung der Zeitstudien in der Werkstatt sind keine besonderen Vordrucke nötig; es genügt, die Beobachtungen im Taschenbuch vorzumerken, da sie ja erst im Bureau weiter verwertet werden. Dort werden die aufgenommenen Zeiten in Zahlentafeln oder Kurven verarbeitet. Eine derartige Kurve ist in den Schaubildern 20 und 21 eingetragen, und zwar zeigt Abb. 20 die Darstellung auf dem gewöhnlichen Millimeter-Papier, Abb. 21 dieselben Werte auf Papier mit logarithmischer Teilung. Es sind hier durch Versuche die Zeiten für das Bohren von Löchern verschiedenen Durchmessers und verschiedener Tiefe in Grauguß ermittelt worden; die gefundenen Werte für Löcher von gleichem Durchmesser sind durch Kurven bzw. durch gerade Linien miteinander verbunden, so daß das Ablesen von Zwischenwerten leicht ist.

Der Vorgang bei einer vergleichenden Zeitaufnahme für eine neue Arbeitsmethode ist etwa folgender:

Der Beobachter oder Vorkalkulator stellt zunächst fest, ob die zur

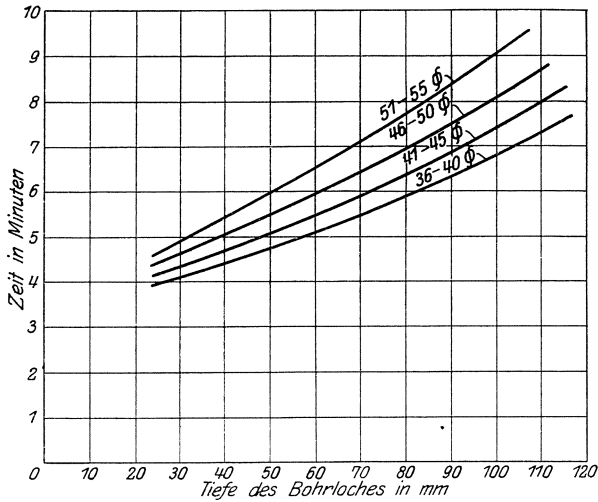


Abb. 20.

Bearbeitung nötigen Werkzeuge sowie Vorrichtungen und die zum Messen nötigen Lehren in einwandfreiem Zustande vorhanden sind. Fehler an den Werkzeugen müssen behoben werden.

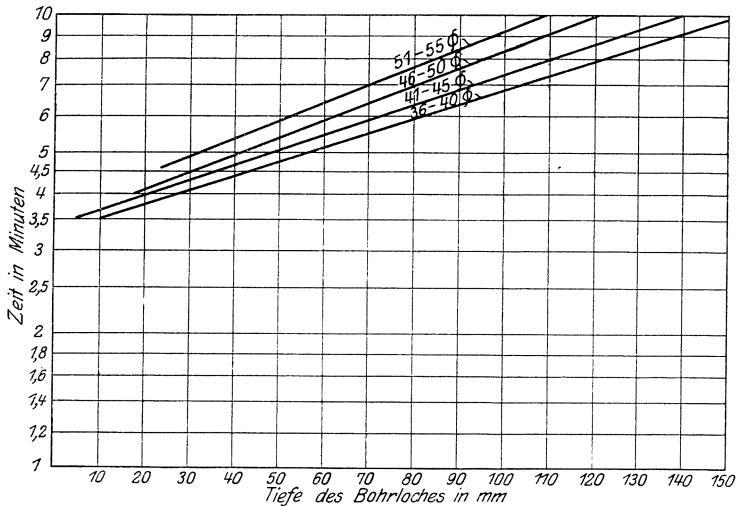


Abb. 21.

Der Beobachter überzeugt sich weiter davon, in welchem Zustande die Werkzeugmaschine selbst ist. Er vermerkt sich die Schnittgeschwindigkeit und den Vorschub, der bei der alten Arbeitsmethode verwendet wird; er untersucht die Werkstücke und prüft die Angaben der Zeichnung, besonders mit Bezug auf die Bearbeitungszugabe und auf den verlangten Genauigkeitsgrad. Er beobachtet weiter, wie der Arbeiter arbeitet, welche Sonderwerkzeuge und Lehren er benutzt, vermerkt sich diese und zeichnet sich roh das Werkstück auf. Er stellt dann einen Arbeitsplan auf, der die Teilarbeiten genau in der Reihenfolge ihres Verlaufes nach der bisher benutzten Arbeitsmethode wiedergibt.

Neben der gründlichen Vorbereitung sollte der Beobachter es nicht unterlassen, den Arbeiter über den Zweck der Beobachtung aufzuklären und ihm zugleich zu versichern, daß bei Einhaltung der durch die Zeitstudie bestimmten Zeit sein Verdienst nicht kleiner, sondern größer wird. Hier zeigt sich die Eignung des Beobachters für seinen Beruf zu allererst. Es gibt Beobachter, bei denen alles in Ruhe und ohne jede Reibung vor sich geht und denen der Arbeiter willig folgt; es gelingt ihnen, den im Arbeiter steckenden guten Kern herauszuholen und die Aufgabe zur beiderseitigen Zufriedenheit zu lösen. Dagegen gibt es andere Beobachter, die fortwährend Streit und Händel haben.

Nirgends so sehr als bei der Zeitstudie ist der Ausspruch Taylors berechtigt:

„Machen Sie sich Ihren Arbeiter zu Ihrem Freunde, meinen Sie es ehrlich und aufrichtig mit dieser Freundschaft. Erst wenn dieser Geist in Ihrem Betrieb eingezogen ist, erst wenn Sie ihrem Arbeiter durch die Tat bewiesen haben, daß Ihr Vorteil auch der seinige ist, wird er Ihnen freiwillig und ungezwungen und ohne Widerstand helfen, die Grundsätze der wissenschaftlichen Betriebsführung durchzuführen.“

Zur Ausführung wählt man weder einen schlechten noch den allerbesten Arbeiter, sondern einen guten Durchschnittsarbeiter, damit später die Eigenart des Einzelnen immer wieder zur Geltung kommen kann.

Nachdem nun alle Vorbereitungen getroffen sind und nachdem der Beobachter die Zeit gemessen und aufgeschrieben hat, die zur Fertigung der Stücke nach der alten Arbeitsmethode gebraucht wird, sollte der Beobachter dem Arbeiter die neue Arbeitsmethode erklären und ihn darauf aufmerksam machen, daß es besser und vorteilhafter ist, die Arbeit auf diese neue Art auszuführen. Dann sollte er ihn nach der angegebenen Art mehrere Stücke ausführen lassen; das erste Stück erfordert naturgemäß die längste Zeit, da ja das An- und Nachstellen der Werkzeuge, das häufige Messen, das fortgesetzte Vergleichen mit der Zeichnung darin enthalten ist. Bei den ersten Stücken genügt es daher, wenn ohne weitere Unterteilung nur Arbeitsbeginn und -ende vermerkt

werden. Hat dann aber der Arbeiter nach dem Dafürhalten des Beobachters die nötige Übung und Fertigkeit erreicht, so beginnt man mit der Messung der Teilzeiten für die einzelnen Arbeitsgänge.

Geht man in dieser Weise vor, so genügen in der Regel 3—8 Aufnahmen. Je nach der Art der Arbeit, besonders bei Bewegungs-Zeitstudien, sind mitunter 20—30 Aufnahmen nötig, und zwar zu verschiedenen Tageszeiten.

Zum Schlusse steigert man Schnittgeschwindigkeit, Vorschub, Spantiefe usw. bis zur höchstzulässigen Beanspruchung der Maschine und geht dann wieder auf die normale Leistung zurück. Durch einen derartigen Versuch mit höchster Leistung überzeugt man den Arbeiter am besten davon, daß man aus ihm nicht das Alleräußerste herausholen will.

In der Tabelle 6 ist die Aufnahme einer Zeitstudie, und zwar einer Bewegungs-Zeitstudie, in Tabelle 7 die Auswertung der bei der Beobachtung aufgenommenen Werte dargestellt.

Bewegungszeitstudie.

Arbeitsvorgang: In rechteckige Bleche 18 Zacken stanzen.

Arbeits- gänge	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
	Stück									
	Zeit in Minuten u. Sekunden fortlaufend notiert									
1. Aufnehm. u. ein- spannen	8"	27"	47"	1'10"	1'28"	1'48"	2'65"	2'26"	2'44"	3'2"
2. Stanz. 18 Zacken <i>n</i> = 136	16"	35,5"	56"	1'18"	1'36"	1'57"	2'14"	2'35"	2'52"	3'10"
3. Ausspannen und weglegen	20"	40,5"	1'3"	1'22"	1'43"	2'	2'20"	2'38"	2'56"	3'14"

Tabelle 6.

	Zeit in Sekunden für jeden Arbeitsgang, auf Grund obiger Aufnahme ausgerechnet									
1.	8*	7	6,5	7	6	5	6,5	6	6	6
2.	8	8,5	9	8	8	8	8	9	8	8
3.	4	5	7*	4	7*	4	5,5	3	4	4

Tabelle 7.

Wie man ersieht, ist im 1. Arbeitsgang das Ergebnis des ersten Stückes, im dritten Arbeitsgang das des 3. und 5. Stückes gestrichen, weil hier die Abweichung zu groß ist, also offenbar ein Fehler vorliegt, oder andere Umstände die Ablesung ungünstig beeinflußt haben. Die Ergebnisse des 2. Arbeitsganges bleiben sämtlich bestehen, da dieselben sehr gut stimmen.

Die Quersumme des

1. Arbeitsganges	ergibt	56	Sek. :	9	=	6,22	Sekunden.
2. „	„	82,5	„ :	10	=	8,25	„
3. „	„	29	„ :	8	=	<u>3,63</u>	„
				1 Stück in		18,10	Sekunden
				100 „ „		1810	„
	Für Verlustzeiten	20 Proz.	von	1810	=	<u>362</u>	„
						Gesamtzeit	= 2172 Sekunden

Für 100 Stück braucht man demnach 36 Minuten 12 Sekunden.

Bei vorstehender Bewegungsstudie sind tatsächlich 2 mal je 20 Aufnahmen zu verschiedenen Zeit gemacht, jedoch nur 10 eingetragen worden, da durch die fehlenden Werte das Endresultat nicht beeinflußt wird. Das Beispiel zeigt ferner, daß an die Aufmerksamkeit des Beobachters große Anforderungen gestellt werden, da 50 Bewegungen in 3 Minuten 14 Sekunden beobachtet und vermerkt werden müssen.

Taylor hat die Ergebnisse der Zeitstudien und der Berechnung von Laufzeiten in „Instruktionsblättern“ vermerkt, die dem Arbeiter als Anleitung zur Ausführung bestimmter Arbeitsgänge an bestimmten Werkstücken übergeben werden. Diese Blätter entsprechen genau den auf S. 7 dargestellten Kalkulationsplänen und schreiben dem Arbeiter die zu benutzenden Werkzeuge, Drehzahlen und Vorschübe genau vor, durch die sich die angegebenen günstigsten, meist durch Zeitstudien ermittelten Bearbeitungszeiten erzielen lassen. Der Arbeiter erhält diese Blätter bei Beginn der Arbeit und muß sie nach deren Beendigung wieder abgeben. In Amerika sind solche Blätter angebracht, da ja die Einwanderung aus aller Herren Ländern erfolgt; ob sie auch für Mitteleuropa mit seinem gut ausgebildeten Lehrlingswesen und seinem Stamm tüchtiger Fachleute unter den Arbeitern geeignet sind, wird die Zeit lehren.

Die praktische Durchführung der Vorkalkulation.

Die folgenden Kapitel bringen im wesentlichen Beispiele für die Berechnung der gesamten Bearbeitungszeit verschiedener Werkstücke sowie Tafeln mit Zeitangaben für häufig wiederkehrende Einzelarbeiten. Die Übungsbeispiele sind nach der Gattung der Werkzeugmaschinen gesichtet, auf denen die Werkstücke bearbeitet werden sollen; hiernach ist auch die Einteilung der Kapitel vorgenommen und an die Spitze der Kapitel sind im Anschluß an Teil I die Bezeichnungen und Gleichungen zur Ermittlung der Laufzeiten für die verschiedenen Arten der Bearbeitung gestellt.

Es ist weder beabsichtigt noch ist es möglich, ein für alle Werkstätten passendes „System“ für den Aufbau einer Vorkalkulation zu geben. Der Vorkalkulator, der für sein Fach geeignet ist, wird sich in allen Fällen selbst helfen können, wenn er durch den Vergleich auf die Sonderheiten der einzelnen Gattungen und Typen von Maschinen achten lernt. Deshalb und um einen Anhalt für die Aufstellung von Maschinenkarten zu geben, sind die für die Beurteilung der Schnittgeschwindigkeiten, Vorschübe und Handzeiten wichtigsten Angaben über die einzelnen Maschinen den Beispielen jeweils vorausgeschickt.

A. Werkzeugmaschinen mit kreisender Schnittbewegung.

Wie aus Teil I, S. 34 ersichtlich ist, nimmt die Hauptgleichung für die Berechnung der Laufzeiten bei Werkzeugmaschinen mit geradliniger Schnittbewegung infolge des leeren Rücklaufes eine etwas andere Form an als bei Maschinen mit kreisender Schnittbewegung. Hierdurch ist die Einteilung der Maschinen in solche mit kreisender und solche mit geradliniger Schnittbewegung äußerlich begründet. Wesentlich ist aber bei der erstgenannten Maschinenart die größere Leistungsfähigkeit wegen des Wegfallens des leeren Rücklaufes sowie der Umstand, daß die Massenwirkung bei kreisender Bewegung erheblich günstiger ist als

bei hin- und hergehender, so daß man bei verhältnismäßig leichterem Bau größere Schnittgeschwindigkeiten wählen kann, ohne den ruhigen Gang zu gefährden.

I. Drehbänke.

Die wichtigste Werkzeugmaschine mit kreisender Schnittbewegung ist die Drehbank. Der Leerlauf ist bei ihr in der Regel auf den sehr kurzen und daher praktisch zu vernachlässigenden Anlauf- und Auslaufweg beschränkt. Durch die Anpassung der gewöhnlichen Spitzendrehbank an die Erfordernisse der Reihen- und Massenfertigung sind die verschiedenen Sonderdrehbänke entstanden, wie Bolzen-, Wellen-, Schnelldrehbänke, Senkrecht- (Karussell-) Drehbänke, Abstechmaschinen, Gewindedrehbänke, Revolverbänke. Die Art der Berechnung der Laufzeiten ist für alle diese Maschinen im wesentlichen die gleiche; sie richtet sich nach der Art der Arbeitsvorgänge, z. B. Langdrehen, Plandrehen usw., auf die im folgenden näher eingegangen wird.

a) Dreharbeiten und ihre Laufzeiten.

Mit „Langdrehen“ bezeichnet man das Abdrehen zylindrischer Arbeitsflächen an ihrem Umfang. Die Vorschubbewegung erfolgt dabei parallel zur Maschinenachse; die Späne werden nach einer Schraubenlinie geschnitten, deren Steigung gleich dem Vorschub ist.

Das Langdrehen kann sowohl zwischen den Spitzen, als auch im Spannfutter mit Unterstützung einer Spitze, im Futter allein oder auf einem Dorn zwischen den Spitzen erfolgen.

Bezeichnet:

- v = Schnittgeschwindigkeit in m/Min.
- v_s = Schnittgeschwindigkeit in mm/Sek.
- s = Vorschub in mm für eine Umdrehung,
- s_m = Vorschub in mm in einer Minute,
- D = Werkstückdurchmesser in mm,
- n = Umlaufzahl in der Minute,
- l = Länge der Drehfläche in mm (Zeichnungsmaß),
- L = Länge einschließlich Zugaben in mm,
- i = Schnittzahl,
- t = Zeit in Minuten für einen Schnitt,
- T = Zeit in Minuten für i Schnitte,

so lauten die Gleichungen zur Berechnung der einzelnen Größen:

$$\text{Schnittgeschw. in m/Min.} = v = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000} \quad (\text{wobei } D \text{ in mm}) \quad 2)$$

(vgl. S. 17)

$$\text{in mm/Sek.} = v_s = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{60} \quad (\text{wobei } D \text{ in mm}) \quad 3)$$

$$\text{Umlaufzahl in der Minute} = n = \frac{1000 \cdot v}{D \cdot \pi} \quad \dots \dots \dots 17)$$

$$\text{(vgl. S. 27)} \quad = \frac{v_s \cdot 60}{D \cdot \pi} \quad \dots \dots \dots 18)$$

$$\text{Arbeitsdurchmesser in mm} = D = \frac{1000 \cdot v}{n \cdot \pi} \quad \dots \dots \dots 26)$$

$$= \frac{60 \cdot v_s}{n \cdot \pi} \quad \dots \dots \dots 27)$$

$$\text{Zeit in Min. für einen Schnitt} = t = \frac{D \cdot \pi \cdot L}{1000 \cdot v \cdot s} \quad \dots \dots \dots 20)$$

$$\text{(vgl. S. 34)} \quad = \frac{D \cdot \pi \cdot L}{60 \cdot v_s \cdot s} \quad \dots \dots \dots 21)$$

$$= \frac{0,053 \cdot D \cdot L}{v_s \cdot s} \quad \dots \dots \dots 22)$$

Müssen mehrere Schnitte genommen werden, so ist dieser Wert mit der Anzahl der Schnitte zu multiplizieren, also

$$\text{Zeit in Min. für mehrere Schnitte} = T = \frac{0,053 \cdot D \cdot L}{v_s \cdot s} \cdot i \quad \dots \dots 28)$$

Da nun: $n = \frac{1000 \cdot v}{D \cdot \pi}$ oder: $\frac{1}{n} = \frac{D \cdot \pi}{1000 \cdot v}$ ist, so kann man diesen Wert in die Gleichung für t einsetzen und erhält

$$t = \frac{D \cdot \pi \cdot L}{1000 \cdot v \cdot s} = \frac{1 \cdot L}{n \cdot s} = \frac{L}{n \cdot s} \quad \dots \dots \dots 29)$$

und
$$T = \frac{i \cdot L}{n \cdot s} \quad \dots \dots \dots 30)$$

Diese Gleichungen wird man benützen, nachdem mit Hilfe der Tabellen 3, 4, 5 die Umlaufzahl n aus der gewählten Schnittgeschwindigkeit und dem gegebenen Durchmesser bestimmt ist.

Da man in den Maschinenkarten häufig Angaben über den Vorschub s_m in mm/Min. findet und da $n \cdot s = s_m$ ist, so kann man auch folgende Gleichungen benützen:

$$t = \frac{L}{n \cdot s} = \frac{L \cdot n}{n \cdot s_m} = \frac{L}{s_m} \quad \dots \dots \dots 31)$$

und
$$T = \frac{i \cdot L}{s_m} \quad \dots \dots \dots 32)$$

Die Benutzung der Gleichungen wird durch folgende Beispiele erläutert:

Beispiel: Wie groß ist die Schnittgeschwindigkeit in m/Min., wenn ein Werkstück von 85 mm Durchmesser 135 Umläufe in der Min. macht?

$$\begin{aligned} \text{Lösung: } v &= \frac{D}{1000} \cdot \pi \cdot n \\ &= 0,085 \cdot 3,14 \cdot 135 = 35,932 \text{ m/Min.} \end{aligned}$$

Beispiel: Wie groß ist die Schnittgeschwindigkeit in mm/Sek., wenn ein Werkstück von $D = 45$ mm 112 Umdrehungen i. d. Minute macht?

$$\begin{aligned} \text{Lösung: } v_s &= \frac{D \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{45 \cdot 3,14 \cdot 112}{60} = 263,76 \text{ mm/Sek.} \end{aligned}$$

Beispiel: Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 700 mm/Sek., der Werkstückdurchmesser 155 mm. Wie groß ist die Umlaufzahl?

$$\begin{aligned} \text{Lösung: } n &= \frac{v_s \cdot 60}{D \cdot \pi} \\ &= \frac{700 \cdot 60}{155 \cdot 3,14} = 86,4 \text{ Umläufe i. d. Min.} \end{aligned}$$

Beispiel: Welchem Werkstückdurchmesser entspricht eine Schnittgeschwindigkeit von $v = 9,6$ m/Min. bei 0,8 Umdrehungen i. d. Min.?

$$\begin{aligned} \text{Lösung: } D &= \frac{v \cdot 1000}{n \cdot \pi} \\ &= \frac{9,6 \cdot 1000}{0,8 \cdot 3,14} = 3821,3 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Beispiel: Welche Zeit braucht man, um ein Werkstück von 120 mm Durchmesser und 340 mm Länge abzdrehen, bei einer Schnittgeschwindigkeit $v = 15$ m/Min. und einem Vorschub $s = 1$ mm für eine Umdrehung?

$$\begin{aligned} \text{Lösung: } t &= \frac{D \cdot \pi \cdot L}{1000 \cdot v \cdot s} \\ &= \frac{120 \cdot 3,14 \cdot 340}{1000 \cdot 15 \cdot 1} = 8,52 \text{ Minuten.} \end{aligned}$$

Ist für dasselbe Werkstück die Schnittgeschwindigkeit $v_s = 200$ mm/Sek., so ist

$$\begin{aligned} t &= \frac{0,053 \cdot D \cdot L}{v_s \cdot s} \\ &= \frac{0,053 \cdot 120 \cdot 340}{200 \cdot 1} = 10,8 \text{ Minuten.} \end{aligned}$$

Beispiel: Eine Büchse mit 360 mm Bohrung und 200 mm Länge soll mit 3 Schnitten ausgedreht werden. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 200 mm/Sek., der Vorschub 0,8 mm/Umdrehung. Wieviel Zeit braucht man?

$$\begin{aligned} \text{Lösung: } T &= \frac{i \cdot 0,053 \cdot D \cdot L}{v_s \cdot s} \\ &= \frac{3 \cdot 0,053 \cdot 360 \cdot 200}{200 \cdot 0,8} = 71,5 \text{ Min.} \end{aligned}$$

Beispiel: Ein Werkstück von 400 mm Durchmesser wird mit 18 m/Min. Schnittgeschwindigkeit und einem Vorschub von 1,2 mm/Umdrehung auf eine Länge von 320 mm einmal überdreht. Wieviel Zeit braucht man?

Lösung: $t = \frac{L}{n \cdot s}$.

Nach Tabelle 4 ist $n = 14,3$; demnach:

$$t = \frac{320}{14,3 \cdot 1,2} = 19 \text{ Minuten.}$$

Beispiel: Wieviel Zeit braucht man, wenn am selben Werkstück bei gleicher Schnittgeschwindigkeit, jedoch bei einem Vorschub von 1,5 mm/Umdrehung 4 Schnitte genommen werden?

Lösung: $T = \frac{L \cdot i}{n \cdot s}$

$$= \frac{320 \cdot 4}{14,3 \cdot 1,5} = 60,9 \text{ Minuten.}$$

Unter „**Plandrehen**“ versteht man das Abdrehen von Kreisflächen oder Kreisringen; die Vorschubbewegung ist hierbei senkrecht zur Werkstückachse gerichtet, der Span bildet eine Spirale.

Das Plandrehen kann ebenso wie das Langdrehen im Futter, zwischen den Spitzen und im Futter mit Unterstützung einer Spitze geschehen.

Bei allen Plandreharbeiten sinkt die Schnittgeschwindigkeit, wenn sich der Stahl vom Umfang aus der Mitte der Kreisfläche nähert und die Umlaufzahl dabei dieselbe bleibt. Es ist demnach die Geschwindigkeit am Umfang am größten, während sie im Mittelpunkt gleich Null ist.

Darum muß man mit dem Mittel aus beiden Geschwindigkeiten rechnen.

Bezeichnet:

v = Schnittgeschwindigkeit am äußersten Umfang in m/Min.

v_0 = Schnittgeschwindigkeit im Mittelpunkt in m/Min.

v_m = mittlere Schnittgeschwindigkeit in m/Min.

so ist:

$$v_m = \frac{v + v_0}{2}$$

da aber $v_0 = 0$ ist, so erhält man

$$v_m = \frac{v + 0}{2} = \frac{v}{2} \dots \dots \dots 33)$$

Um die Zeit für das Drehen einer Kreisfläche zu erhalten, müssen wir von der Gleichung 1), siehe S. 16, ausgehen.

Hiernach ist $t = \frac{w}{v}$. Man kann sich die zerspante Kreisfläche in gleichachsige Ringe zerlegt denken. Dann ist die Zeit in Minuten für das Abheben des äußersten Ringes = $\frac{D \cdot \pi}{v_s \cdot 60}$; die Zeit für jeden der übrigen Ringe ist, da die Umlaufzahl dieselbe bleibt, die gleiche. Es

werden aber so viel Ringe geschnitten, als der Vorschub s für eine Umdrehung im halben Durchmesser des Werkstückes aufgeht, also $\frac{D}{2s}$;

das ist $\frac{D}{2s}$.

Die Gesamtzeit in Min. ist demnach:

$$t = \frac{D \cdot \pi}{v_s \cdot 60} \cdot \frac{D}{2s} = \frac{D^2 \pi}{120 \cdot v_s \cdot s} \dots \dots \dots 34)$$

oder gekürzt:

$$t = \frac{0,026 \cdot D^2}{v_s \cdot s} \dots \dots \dots 35)$$

und

$$T = i \frac{0,026 \cdot D^2}{v_s \cdot s}$$

oder, wenn man für $\frac{D}{2} = r$ den Radius der Kreisfläche einsetzt und wie auf S. 46 die Umlaufzahl einführt:

$$t = \frac{r}{n \cdot s} \dots \dots \dots 36)$$

oder für mehrere Schnitte:

$$T = \frac{r \cdot i}{n \cdot s} \dots \dots \dots 37)$$

Die folgende Ableitung der Gleichung zur Bestimmung der Laufzeit für eine Kreisringfläche wird hiernach leicht verständlich sein (Abb. 22).

Der Inhalt der Kreisringfläche ist:

$$F = \frac{(D^2 - d^2)}{4} \cdot \pi,$$

oder, wenn der Halbmesser eingesetzt wird:

$$= (R^2 - r^2) \cdot \pi,$$

dann ist

$$\begin{aligned} t &= \frac{0,026 \cdot D^2}{v_s \cdot s} - \frac{0,026 \cdot d^2}{v_s \cdot s} \\ &= 0,026 \cdot \frac{(D^2 - d^2)}{v_s \cdot s} \dots \dots \dots 38) \end{aligned}$$

oder:

$$T = 0,026 \cdot i \frac{D^2 - d^2}{v_s \cdot s} \dots \dots \dots 39)$$

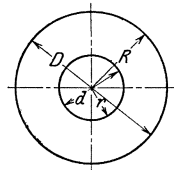


Abb. 22.

Rechnet man beim Kreisring mit dem äußern Halbmesser R und dem innern Halbmesser r und der minutlichen Umlaufzahl, so nehmen die Gleichungen wieder folgende Form an:

für einen Schnitt:

$$t = \frac{(R - r)}{n \cdot s} \dots \dots \dots 40)$$

für mehrere Schnitte:

$$T = i \cdot \frac{(R - r)}{n \cdot s} \dots \dots \dots 41)$$

Beispiel: Eine Scheibe von 400 mm Durchmesser wird bei einer Schnittgeschwindigkeit von 250 mm/Sekunde und einem Vorschub von 0,8 mm/Umdrehung einmal überdreht. Wieviel Zeit braucht man?

Lösung:
$$t = \frac{0,026 \cdot D^2}{v_s \cdot s} \quad (\text{s. Gleichung 35})$$

$$= \frac{0,026 \cdot 400 \cdot 400}{250 \cdot 0,8} = 20,8 \text{ Minuten.}$$

Beispiel: Eine Scheibe von 200 mm wird zweimal überdreht. Die Umlaufzahl ist 36 i. d. Min., der Vorschub 0,85 mm/Umdrehung. Wie lange dauert die Arbeit?

Lösung:
$$T = \frac{r \cdot i}{n \cdot s} \quad (\text{s. Gl. 37})$$

$$= \frac{100 \cdot 2}{36 \cdot 0,85} = 6,5 \text{ Minuten.}$$

Beispiel: Ein Ring von 460 mm äußerem und 280 mm innerem Durchmesser wird mit einer Schnittgeschwindigkeit von 300 mm/Sek. und mit 0,8 mm Vorschub/Umdr. auf einer Seite einmal überdreht. Wieviel Zeit braucht man?

Lösung:
$$t = 0,026 \cdot \frac{(D^2 - d^2)}{v_s \cdot s} \quad (\text{s. Gl. 38})$$

$$= 0,026 \cdot \frac{(460 \cdot 460 - 280 \cdot 280)}{300 \cdot 0,8}$$

$$= 14,43 \text{ Minuten.}$$

Beispiel: Ein Ring von 830 mm äußerem und 580 mm innerem Durchmesser wird bei 5 Umdrehungen/Min. mit einem Vorschub von 1,2 mm/Umdrehungen dreimal überdreht. Wieviel Zeit braucht man?

Lösung:
$$T = i \cdot \frac{R - r}{n \cdot s}, \quad R = \frac{830}{2} = 415, \quad r = \frac{580}{2} = 290$$

$$T = 3 \cdot \frac{415 - 290}{5 \cdot 1,2} = 62,5 \text{ Minuten.}$$

Das Gewindeschneiden wird sowohl an Werkstücken zwischen den Spitzen als auch im Futter vorgenommen und erfolgt in den meisten Fällen mit einer Vorschubrichtung parallel zur Maschinenachse.

Das Gewindeschneiden wird ausgeführt auf Drehbänken, die mit Leitspindeln oder mit Patronen ausgerüstet sind. Auf Bolzen-, Plan- und Kopfdrehbänken kann kein Gewinde geschnitten werden. In neuerer Zeit wird an Karusselldrehbänken auf Wunsch eine Gewinde-

schneidvorrichtung angebracht, so daß an den großen, auf diesen Bänken zu bearbeitenden Werkstücken, ohne daß man sie umzuspannen braucht, auch Gewinde geschnitten werden kann.

Bolzen, Spindeln, Schrauben usw. werden oft auf Bolzenbänken vorgearbeitet und erhalten nachher das Gewinde selbst auf einer Drehbank mit Leitspindel oder, wenn es nicht ganz genau zentrisch laufen muß, auf der Gewindeschneidmaschine.

Beim Berechnen der Zeit für das Gewindeschneiden können dieselben Gleichungen verwendet werden wie für das Langdrehen, nur daß an Stelle des Vorschubes in mm/Umdrehung die Steigung des Gewindes in mm/Umdrehung einzusetzen ist. Man kann mit der Schnittzahl rechnen, oder man setzt den Tiefenvorschub, d. h. den Vorschub ein, der senkrecht zum Gewinde steht. Da man beim Gewindeschneiden in den meisten Fällen, anstatt zurück zu kurbeln, zurück laufen lassen muß, so sind die Arbeitszeiten zu verdoppeln, wenn die Rücklaufgeschwindigkeit gleich der Arbeitsgeschwindigkeit ist.

Beim Berechnen der Zeit ist hier besonders darauf zu achten, daß man nicht nur die auf der Zeichnung angegebene Gewindelänge in der Gleichung einsetzt, sondern daß je nach Steigung noch ein größerer An- und Auslauf dazu gerechnet werden muß. Z. B. genügt bei einem Gewinde von 11 Gang auf einen Zoll ein Anlaufweg von 20 mm, während beim Schneiden einer Schnecke vom Modul 10 mindestens ein Anlaufweg von 80 mm eingesetzt werden muß.

Bezeichnet:

- v_s = Schnittgeschwindigkeit in mm/Sek.,
- s = Steigung des Gewindes in mm/Umdrehung,
- D = äußeren Gewindedurchmesser,
- n = Umlaufzahl in der Minute,
- L = Gewindelänge einschließlich An- und Auslauf,
- i = Schnitt- oder Spänezahl,
- a = Tiefenvorschub in mm oder Spantiefe für einen Schnitt in mm (Abb. 23),
- g = Gangtiefe in mm,
- t = Zeit in Minuten,

so ist:

$$i = \frac{g}{a}.$$

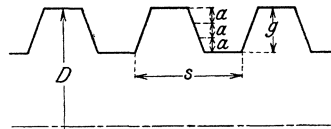


Abb. 23.

Bei den meisten Gewinden ist die Anzahl der Gänge für einen englischen Zoll = 25,4 mm angegeben. Um hieraus die Steigung in mm/Umdrehung zu erhalten, muß man durch die Gangzahl für einen Zoll dividieren, also:

$$s = \frac{25,4 \text{ mm}}{\text{Gangzahl pro Zoll}}$$

Wenn die Rücklaufgeschwindigkeit gleich der Arbeitsgeschwindigkeit ist, so ist beim Schneiden von Flach- oder Spitzgewinde (vgl. Gleichung 21 und folgende):

$$T = 2 \cdot \frac{D \cdot \pi \cdot L}{60 \cdot v_s \cdot s} \cdot \frac{g}{a} = \frac{0,1047 \cdot D \cdot L \cdot g}{v_s \cdot s \cdot a} \quad \dots \quad (42)$$

In den meisten Betrieben findet man Drehbänke verschiedener Bauart; man kann also die Zeit für den Rücklauf nicht immer gleich der Zeit für den Arbeitsgang einsetzen, sondern man muß sie von Fall zu Fall bestimmen. Dabei ist zu beachten, daß man bei Steigungen, die in der Steigung der Leitspindel aufgehen, und bei sehr langen Gewinden den Schlitten von Hand zurückführt.

Die Gleichung lautet demnach in allgemeiner Form:

$$t = \frac{0,053 \cdot D \cdot L \cdot g}{v_s \cdot s \cdot a} + \frac{\text{Zeit für Rücklauf oder Zurückkurbeln}}{\dots} \quad \dots \quad (43)$$

Hierzu kommt dann noch die Zeit für das Anstellen der Schnitte.

Ist die Umlaufzahl/Minute und die Schnittzahl bekannt, so lautet die Gleichung also:

$$T = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} + \frac{\text{Zeit für Rücklauf oder Zurückkurbeln}}{\dots} + \frac{\text{Zeit für Anstellen des Schnittes}}{\dots} \quad \dots \quad (44)$$

Beim Schneiden von Trapez-Gewinden wird in der Weise verfahren, daß man bei feineren Gewinden mit einem Stahl vorsticht, bei groben Gewinden jedoch mit einem breiteren Stahle vorschneidet, dann einen schmäleren nimmt und so fort, bis man am Grunde des Gewindes ist; man schneidet also die groben Gewinde stufenartig vor und schlichtet dann Grund und Flanken nach (s. Abb. 24). Um die Zeit für das Schlichten der Flanken zu berechnen, denke man sich auf der Gewindeflanke eine Senkrechte x errichtet, so daß ein rechtwinkliges Dreieck entsteht, in dem die Gangtiefe die Hypotenuse bildet. Ist der Seitenvorschub (senkrecht zur Flanke) ebenfalls gleich a , so ist $\frac{x}{a}$ die Anzahl der Schnitte beim

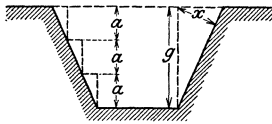


Abb. 24.

Schlichten der Flanken; diese muß man bei einseitigem Trapezgewinde mit 1, bei normalem Trapezgewinde mit 2 multiplizieren. Die Zeit in Minuten für das Schneiden eines einseitigen Trapezgewindes ist also angenähert:

$$T = \frac{0,053 \cdot D \cdot L \cdot g}{v_s \cdot s \cdot a} + \frac{0,053 \cdot D \cdot L \cdot x}{v_s \cdot s \cdot a}$$

$$= (g + x) \cdot \frac{0,053 \cdot D \cdot L}{v_s \cdot s \cdot a} + \frac{\text{Zeit f. Rücklauf}}{\text{od. Zurückkurb.}} + \frac{\text{Zeit f. Anstellen}}{\text{des Schnittes}} \quad 45)$$

$$= (g + x) \cdot \frac{0,1047 \cdot D \cdot L}{v_s \cdot s \cdot a} + \text{Zeit für Anstellen des Schnittes} \dots 46)$$

wenn Rücklaufgeschwindigkeit gleich Arbeitsgeschwindigkeit ist.

Ferner ist die Zeit in Minuten für das Schneiden eines normalen Trapezgewindeganges:

$$T = (g + 2x) \frac{0,053 \cdot D \cdot L}{v_s \cdot s \cdot a} + \frac{\text{Zeit f. Rücklauf}}{\text{od. Zurückkurb.}} + \frac{\text{Zeit f. Anstellen}}{\text{des Schnittes}} \quad 47)$$

$$= (g + 2x) \frac{0,1047 \cdot D \cdot L}{v_s \cdot s \cdot a} + \text{Zeit für Anstellen des Schnittes} \dots 48)$$

wenn Rücklaufgeschwindigkeit gleich Arbeitsgeschwindigkeit ist.

Ist die Umlaufzahl bekannt, so findet die Gleichung 30): $T = \frac{L \cdot i}{n \cdot s}$ entsprechende Verwendung.

Vgl. im übrigen Tabellen 17 und 18!

Beispiel: An einer Welle ist ein Gewinde von 140 mm äußerem Durchmesser mit $v_s = 200$ mm Schnittgeschwindigkeit zu schneiden. Die Länge des Gewindes ist 80 mm, die Zahl der Gänge ist 8 für einen Zoll engl., die Gangtiefe $g = 2,042$ mm, der Tiefenvorschub $a = 0,1$ mm. Wie viel Zeit braucht man zum Schneiden des Gewindes, wenn die Rücklaufgeschwindigkeit gleich dem Vorschub ist?

Lösung: Die Steigung ist:

$$s = \frac{25,4}{8} = 3,175 \text{ mm/Umdrehung,}$$

$$L = 80 + 30 = 110 \text{ mm,}$$

$$T = \frac{0,1047 \cdot D \cdot L \cdot g}{v_s \cdot s \cdot a} = \frac{0,1047 \cdot 140 \cdot 110 \cdot 2,042}{200 \cdot 3,175 \cdot 0,1} = 51,8 \text{ Minuten.}$$

Beispiel: An einem Bolzen von 45 mm äußerem Durchmesser soll ein Gewinde von 11 Gang auf einen Zoll bei einer Länge von 45 mm geschnitten werden. Als Schnittgeschwindigkeit ist 220 mm/Sek. gewählt. Die Gangtiefe ist bei 11 Gang/Zoll = 1,5 mm, der Tiefenvorschub = 0,08 mm. Welche Zeit braucht man, wenn die Rücklaufgeschwindigkeit gleich dem Vorschub ist?

Lösung: Die Steigung ist:

$$s = \frac{25,4}{11} = 2,31 \text{ mm pro Umdrehung,}$$

$$L = 45 + 15 = 60 \text{ mm,}$$

$$T = \frac{0,1047 \cdot D \cdot L \cdot g}{v_s \cdot s \cdot a} = \frac{0,1047 \cdot 45 \cdot 60 \cdot 1,5}{220 \cdot 2,31 \cdot 0,08} = 10,4 \text{ Minuten.}$$

Beispiel: Eine Spindel soll auf eine Länge von 1250 mm bei 50 mm äußerem Durchmesser viergängiges Flachgewinde erhalten. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 180 mm/Sek., der Tiefenvorschub: 0,1 mm. Welche Zeit braucht man zum Schneiden des Gewindes?

$$\text{Lösung: } s = \frac{25,4}{4} = 6,35 \text{ mm.}$$

Bei Flachgewinde ist die Gangtiefe gleich der Hälfte der Steigung:

$$g = \frac{6,35}{2} = 3,175 \text{ mm.}$$

$$L = 1250 + 40 = 1290 \text{ mm.}$$

$$T = \frac{0,1047 \cdot D \cdot L \cdot g}{v_s \cdot s \cdot a} = \frac{0,1047 \cdot 50 \cdot 1290 \cdot 3,175}{180 \cdot 6,35 \cdot 0,1} = 187,6 \text{ Minuten.}$$

Beispiel: Eine Welle soll Flachgewinde erhalten. Der äußere Durchmesser ist 250 mm, die Steigung des Gewindes 8 mm pro Umdrehung, die Gewindelänge 400 mm. Die Maschine macht 14 Umläufe in der Minute. Der Tiefenvorschub sei gleich 0,11 mm.

Lösung: Für Flachgewinde ist:

$$g = \frac{8}{2} = 4,$$

$$\text{ferner } i = \frac{g}{a} = \frac{4}{0,11} = 37$$

$$L = 400 + 50 = 450 \text{ mm,}$$

$$T = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{450 \cdot 37}{14 \cdot 8} = 148,6 \text{ Minuten.}$$

Beispiel: Ein Verschluß soll einseitiges Trapezgewinde erhalten. Der äußere Durchmesser ist 400 mm, die Steigung 28 mm, die Gangtiefe 14 mm, die Kathete $x = 7$ mm und die Länge 400 mm, die Schnittgeschwindigkeit 150 mm/Sek. Der Tiefenvorschub ist 0,18 mm und die Rücklaufgeschwindigkeit gleich dem Vorschub.

$$\text{Lösung: } L = 400 + 70 = 470 \text{ mm,}$$

$$T = (g + x) \cdot \frac{0,1047 \cdot D \cdot L}{v_s \cdot s \cdot a} = (14 + 7) \cdot \frac{0,1047 \cdot 400 \cdot 470}{150 \cdot 28 \cdot 0,18} = 546 \text{ Minuten.}$$

Bohren: hierbei wird das Werkstück im Futter mit oder ohne Unterstützung des Setzstockes festgespannt und das Bohrwerkzeug im Reitstock oder im Stahlhalter des Gleitschlittens eingespannt. Ist das Bohrwerkzeug im Reitstock eingespannt, so erfolgt der Vorschub von Hand. Dasselbe ist der Fall beim Bohren von Langlöchern, wenn das Bohrwerkzeug im Stahlhalter festgespannt ist. Hie und da kommt es vor, daß man das Bohrwerkzeug im Spindelstock festspannt, während das Werkstück auf dem Gleitschlitten befestigt ist und die Vorschubbewegung ausführt. Zeitbestimmung wie beim Langdrehen.

Das Ausdrehen oder Innendrehen mit einem Bohrstaal oder mit einer Bohrstange mit eingesetztem Stahl ist eigentlich weiter nichts als ein Langdrehen.

Desgleichen ist **das Kegeligdrehen** auch nur ein Langdrehen entweder mit aus der Mitte verstelltem Reitstock, oder mittels Leitlineal

oder mit Schrägstellung des Gleitschlittens. Das Kegeligdrehen kann innen und außen am Werkstück erfolgen. Die Verwendung des aus der Mitte verstellten Reitstocks ist für Reihenanfertigung nicht geeignet. Das beste ist das Drehen mit Lineal oder Gleitschlitten.

Zur Zeitbestimmung für das Bohren, Ausdrehen und Kegeligdrehen können die Gleichungen für das Langdrehen ohne weiteres verwendet werden.

Für die Zeitbestimmung bei **Sonderarbeiten** wie Fassondrehen, Hinterdrehen können dieselben Gleichungen angewendet oder gegebenenfalls sinngemäß erweitert werden.

Die folgenden Tabellen enthalten Erfahrungswerte für die Schnittgeschwindigkeiten sowie für einzelne, beim Drehen häufig wiederkehrende Maschinen- und Handzeiten, so daß in vielen Fällen die zeitraubende Rechnung nach den vorstehenden Gleichungen gespart werden kann. Die Verwendung der Tabellen in praktisch vorkommenden Fällen wird durch die später folgenden Beispiele erläutert.

b) Tabellen mit Geschwindigkeits- und Zeitangaben.

Tabelle Nr. 8.

Schnittgeschwindigkeiten in m/Min. für gewöhnliche Dreharbeiten.

Werkstoff	Schruppen	Schlichten	Reiben	Werkstoff	Schruppen	Schlichten	Reiben		
Alum. u. Kupf.	36—45	39—54	18	Weißmetall	42—55	45—75	24		
Grauguß	weich mittel hart	18—21	21—27	9	Schmiedeeisen S.-M.-Stahl	21—27	24—36	9,6	
		15—18	15—24	7,5		18	24	9	
		8—12	9—18	4,8		60	15	21	7,5
				70		12,9	18	6	
Messing	weich mittel hart	35—45	36—51	18	80	10,4	15	5,4	
		30—39	33—45	15	Chrom-Nickel-Stahl	90 kg	8,7	12	4,2
		18—24	21—27	12		100	6,6	9,6	3,3
			110	5,8		8,4	3		
Stahlguß	weich mittel hart	15—21	18—24	9	120	4,5	6,9	2,1	
		12—18	15—21	6	Nickel-Stahl	5 %	12	18	6
		6—9	9—12	3		10 %	9,6	12	4,5
			15 %	7,2		9	3		
Temper-Guß	weich mittel	21—24	24—27	9		20 %	5,7	7,4	2,4
		15—18	18—24	6		25 %	4,5	5,7	1,8
Werkzeugstahl	weich mittel	9—12	12—15	5,1	30 %	3,3	4,2	1,5	
		6—9	9—12	4,2					

Die Tabelle enthält Mittelwerte.

Je nach Form und Größe der Werkstücke können die Geschwindigkeiten über- oder unterschritten werden. Als Werkstoff für das Werkzeug ist **Schnellstahl** vorausgesetzt.

Tabelle Nr. 9.

Zapfen, Spindeln und Wellen auf der Zentriermaschine beiderseitig zentrieren.

a) Einzelfertigung.

Länge mm	100	200	400	600	800	1000	1250	1500	1750	2000	2500	3000	3500	4000
	Zeit in Minuten													
Durch- messer mm														
20	3	3	3	4	4	5	5	6						
30	3	3	3	4	5	5	6	6	7	8				
40	4	4	4	5	6	6	7	7	8	9	10	12		
50	4	4	5	5	7	7	8	8	9	10	12	15	15	16
60	5	5	6	6	8	8	9	9	10	12	15	16	16	17
70	5	5	6	7	9	9	10	10	15	15	16	17	20	20
80	6	6	7	8	10	10	12	15	15	15	16	20	20	21
90	6	7	8	9	11	12	15	15	16	16	20	20	21	22
100	7	8	9	10	12	15	15	16	20	20	21	21	22	23
110	7	8	10	12	15	15	16	20	20	20	21	22	23	24
120	8	9	10	15	15	16	16	20	21	21	22	23	24	25
130	9	10	11	15	16	16	20	21	21	22	23	24	25	26
140		11	12	16	16	20	20	21	22	23	24	25	26	27
150		12	15	16	20	21	21	22	23	24	25	26	27	28

b) Reihenfertigung.

20	2,5	2,5	2,5	3	3	4	4	4,5						
30	2,5	2,5	2,5	3	4	4	4	5	5	6				
40	3	3	3	4	5	5	5	6	6	7	8	9		
50	3	3	4	4	5,5	6	6	7	7	8	9	12	12	13
60	4	4	5	5	6	7	7	8	8	9	12	12	12	13
70	4	4	5	5	7	8	8	9	11	12	12	12	13	14
80	4,5	4,5	5,5	7	8	9	9	12	12	12	13	13	13	14
90	5	5	6	8	9	10	12	12	12	13	13	13	14	15
100	5,5	6	7	9	10	13	13	13	13	14	14	14	14	15
110	6	6,5	8	10	13	13	13	14	14	14	14	15	15	16
120	6,5	7	8	13	13	13	14	14	14	14	15	15	16	17
130	7	8	9	13	14	14	14	14	15	15	15	16	17	18
140		9	10	13	14	14	14	15	15	15	16	17	18	19
150		10	13	14	14	14	15	15	15	16	17	18	19	20

1. Die Zeiten über dem ersten Teilstrich gelten einschl. Ein- und Ausspannen von Hand.

2. Die Zeiten unter dem zweiten Teilstrich gelten einschl. Ein- und Ausspannen mit Kran.

3. Die Zeiten zwischen erstem und zweitem Teilstrich gelten einschl. Ein- und Ausspannen mit 1 Helfer.

Bei Reihenfertigung kommt nur 1. und 2. in Frage. Einrichten je nach Zustand der Maschine: 5–25 Min.

Tabelle Nr. 10.

Wellen auf der Drehbank zentrieren.

Einzelfertigung.

Länge	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000
Durchmesser mm	Zeit in Minuten										
100	30	30	30	31	31	32	32	33	33	34	35
110	30	30	30	31	31	32	32	33	33	34	35
120	31	31	31	32	32	33	33	34	34	35	36
130	31	31	31	32	32	33	33	34	34	35	36
140	32	32	32	33	33	34	34	35	35	36	37
150	32	32	32	33	33	34	34	35	35	37	38
160	33	33	33	34	34	35	35	36	36	37	39
170	33	33	33	34	34	35	35	36	37	38	40
180	34	34	34	35	35	36	36	37	38	40	42
190	34	34	34	35	35	36	36	38	40	42	44
200	35	35	35	36	36	37	38	40	42	44	46
220	36	36	36	37	37	38	40	42	44	46	48
240	37	37	37	38	38	40	42	44	46	48	51
260	38	38	38	39	40	42	44	46	48	51	54
280	39	39	39	40	42	44	46	48	51	54	57
300	40	40	41	42	44	46	48	51	54	57	60
325	41	41	42	44	46	48	51	54	57	60	63
350	42	42	44	46	48	51	54	57	60	63	66
375	43	44	46	48	51	54	57	60	63	66	70
400	45	46	48	51	54	57	60	63	67	71	75

Die Zeiten verstehen sich nur für das Zentrieren auf beiden Seiten einschl. Ein- und Umspannen mit Kran.

Die Zeit für das Einrichten, wie Setzstock stellen oder Holzunterlagen auflegen, wird besonders berechnet, da sie je nach Größe der Drehbank verschieden ist.

Tabelle Nr. 12.

Wellen auf Länge abstechen und nachzentrieren.

Wellenend- durchmess. mm	Minuten	Wellenend- durchmess. mm	Minuten	Wellenend- durchmess. mm	Minuten
20	5	220	27	625	106
30	6	240	30	650	112
40	7	260	33	675	118
50	8	280	36	700	124
60	9	300	39		
70	10			725	130
80	11	320	42	750	136
90	12	340	46	775	142
100	13	360	49	800	148
		380	52		
110	14	400	56	825	155
120	15			850	162
130	16	420	60	875	169
140	17	440	64	900	176
160	18	460	68		
170	19	480	72	925	183
180	20	500	76	950	190
190	21			975	200
200	22	525	82	1000	210
		550	88		
		575	94		
		600	100		

Die Tabelle enthält die Arbeitszeiten nur für je ein Wellenende, da die Wellenenden im Durchmesser verschieden sein können (z. B. Wellen mit Kupplungsflansch). Das Messen, das Anstellen des Stahles sowie das Auf- und Umlegen des Riemens ist in den angegebenen Zeiten enthalten.

Tabelle Nr. 13.

Messen von Werkstücken, bezogen auf den Durchmesser.

Durchmesser mm	Messen bei:			Durchmesser mm	Messen bei:		
	vor-drehen Zeit in	fertig-drehen Minuten	vor-u.fertig-drehen i. ein. Arbeitsgang Minuten		vor-drehen Zeit in	fertig-drehen Minuten	vor-u.fertig-drehen i. ein. Arbeitsgang Minuten
20	0,5	0,8	1	750	8	10	14
30	0,6	1	1,3	800	8,5	10,5	15
40	0,7	1,2	1,6	850	8,5	10,5	15
50	0,8	1,4	1,9	900	9	11	15,5
60	0,9	1,6	2,2	950	9	11	15,5
70	1	1,8	2,5	1000	9,5	12	16
80	1,1	2	2,8				
90	1,3	2,2	3,1	1100	9,5	12	17
100	1,5	2,5	3,4	1200	10	13	17
				1300	10	13	18
120	1,8	3	3,8	1400	11	14	18
140	2,1	3,5	4,2	1500	12	14	18
160	2,4	4	4,6				
180	2,7	4,5	5	1600	12	15	19
200	3	5	6	1700	12,5	15	19
				1800	12,5	15	19
225	3,5	5,5	7	1900	13	16	20
250	4	6	8	2000	13	16	20
275	4,5	6,5	9				
300	5	7	10	2500	14	18	22
				3000	15	20	24
325	5	7	10	3500	16	21	27
350	5,5	7,5	10,5	4000	17	22	29
375	5,5	7,5	10,5				
400	6	8	11	4500	18	23	32
				5000	19	24	34
425	6	8	11	5500	20	25	37
450	6,5	8,5	12	6000	21	26	40
475	6,5	8,5	12				
500	7	9	13	6500	22	28	42
				7000	23	30	44
550	7	9	13	7500	24	32	47
600	7,5	9,5	13,5	8000	25	34	50
650	7,5	9,5	13,5				
700	8	10	14				

Die Zeiten für das Messen sind verschieden, je nachdem die Werkstücke vor- und später fertiggedreht oder in der gleichen Aufspannung vor- und fertiggedreht werden.

Die Zeiten für Ansetzen des Drehstahls, Zurückkurbeln, Abstellen der Maschine sind in obigen Zeiten enthalten.

Tabelle Nr. 14.
Radien drehen an Wellen.

Radius mm	2	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Wellen-durchm. mm	Zeit in Minuten												
20	2,5	3											
40	3	4	7										
60	3	4,5	8	11	14								
80	3,5	5	9	12	16	18							
100	4	6	10	14	18	21	25	29					
120	5	7	11	15	20	24	28	33	38	42			
140	5,5	8	12	17	22	27	31	37	42	46	50		
160	6	9	13	18	24	30	35	41	46	50	54	55	
180	7	10	14	20	26	33	39	45	50	54	58	61	66
200	8	11	16	22	28	36	43	49	54	58	63	67	72
225		12	18	24	31	39	47	53	58	63	68	74	78
250		13	20	27	34	42	50	57	62	68	73	80	84
275		14	22	29	36	45	54	61	67	73	78	86	90
300		15	24	31	38	48	58	65	72	78	84	92	96
325		16	26	33	40	51	62	69	77	83	90	98	103
350		17	28	35	42	54	66	73	82	88	96	104	110
375		18,5	30	37	44	57	70	78	87	94	102	110	117
400		20	32	39	46	60	74	83	92	100	108	116	124
425			34	41	48	63	78	88	97	106	114	122	130
450			36	43	50	66	81	92	102	112	120	128	136
475			38	45	52	69	84	96	107	118	126	134	142
500			40	47	54	72	87	100	112	124	132	140	148
550			43	51	58	76	92	107	121	132	141	150	160
600			46	54	62	80	98	114	130	140	150	160	170
650			49	57	66	85	104	120	137	148	158	169	180
700			52	61	70	90	110	127	145	156	167	179	190
750			55	64	74	95	116	134	153	164	176	188	200
800			58	68	78	100	122	141	160	172	185	197	210
850			61	71	82	105	128	148	167	180	193	206	220
900			64	75	87	110	134	154	175	188	202	216	230
950			67	79	91	115	140	161	183	197	211	225	240
1000			70	83	96	120	145	167	190	205	220	235	250

Die obigen Werte beziehen sich auf das Vor- und Fertigdrehen sowie das Schmirgeln genauer und ganzer Innen-Radien (d. h. für Radien von 90°, Abb. 25). Für Radien ohne Genauigkeit sind 50% der Werte einzusetzen.

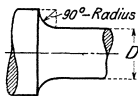


Abb. 25.

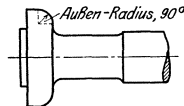


Abb. 26.

Für Radien unter 90° gelten folgende Abzüge:

80° = 7%	40° = 40%
70° = 16%	30° = 50%
60° = 25%	20° = 57%
50° = 33%	10° = 66%

Für genaue Außen-Radien (s. Abb. 26) gelten 2/3 des Tabellenwertes.

Tabelle Nr. 15.

Feilen und Schmirgeln von Werkstücken nach Lehre oder genau auf Maß.

Länge mm	50	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Werkstück- durchm. mm	Zeit in Minuten										
20	2	3	4,5	6	8	10	12	14	16	18	20
40	3	4	6	8	10	12	14	16	18	21	24
60	4	5	7	9	12	14	16	18	21	24	28
80	5	6	8,5	11	14	16	19	21	24	27	32
100	6	7	10	13	16	19	22	25	28	32	36
120	6	8	11	14	17	20	24	26	28	32	40
140	7	9	12	16	19	23	27	30	34	39	44
160	8	10	14	18	22	26	30	34	38	43	48
180	9	11	15	19	24	29	33	37	42	47	52
200	10	12	16	21	26	31	36	41	46	51	56
220	10	13	18	23	28	33	38	43	48	54	60
240	11	14	19	24	30	35	40	46	51	57	64
260	12	15	20	26	32	37	42	48	54	61	68
280	13	16	21	27	33	39	44	50	57	65	72
300	14	17	23	29	35	41	47	53	60	68	76
320	15	18	24	30	36	43	49	55	63	71	80
340	16	19	25	32	39	46	52	59	66	75	84
360	17	20	26	34	41	49	55	63	70	79	88
380	18	21	28	36	43	51	58	67	74	83	92
400	19	22	30	38	46	54	62	70	78	87	96
420	20	23	31	40	48	56	65	74	83	91	100
440	21	24	32	41	49	58	67	76	85	94	104
460	22	25	33	42	51	60	69	78	87	97	108
480	23	26	34	44	53	62	71	80	89	100	112
500	24	27	36	46	55	64	73	83	93	104	116
550	25	28	38	49	60	70	80	90	100	110	120
600	26	30	40	50	62	72	82	92	103	113	124
650	27	32	42	52	63	73	84	95	106	117	128
700	28	34	44	54	65	75	86	98	109	120	132
750	29	36	46	56	66	76	88	100	112	124	136
800	30	38	48	58	68	80	92	104	116	128	140
850	31	40	50	61	72	84	96	108	120	132	145
900	32	42	53	64	76	88	100	112	124	137	150
950	34	44	55	67	80	92	104	116	129	142	155
1000	36	46	58	70	83	96	109	121	134	147	160

Diese Tabelle ist gültig für gerade, zylindrische Flächen; bei Werkstücken mit Hohlkehlen oder dgl. ist von Fall zu Fall ein Abzug oder Zuschlag zu machen. Bei Werkstücken, die nicht nach Lehre bearbeitet oder auf genaues Maß gebracht, sondern nur blank gemacht werden, sind 40% abzuziehen; bei Reihenfertigung 25%.

Tabelle Nr. 16.
Lagerstellen an Wellen mit Bleikluppe oder Holz schleifen.

Länge mm	Zeit in Minuten																							
	80	100	120	140	160	180	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550	600	700	800	900	1000	1100	1200	
40	10	13																						
60	12	14	17	20																				
80	15	18	19	21	24																			
100					29	32																		
125				24	27	31	34	38	43															
150				29	33	36	40	45	50	55														
175						38	42	47	53	57	63													
200							45	50	55	60	70	80												
225								52	57	62	72	82	92											
250									60	64	74	84	94	105										
275										66	76	86	96	107	117									
300											78	88	98	109	119	130	150							
325												90	100	112	122	132	152	172						
350												92	102	114	124	134	154	174	194					
375													104	116	126	136	156	176	196					
400														108	118	128	138	158	178	200				
425															111	121	131	141	161	181	204			
450																124	134	144	164	184	208	232		
475																	137	147	167	188	212	236		
500																	140	150	170	192	216	240	265	
525																		153	173	196	220	245	270	
550																		155	176	200	225	250	275	300
575																			180	204	229	255	281	305
600																			184	208	234	260	286	312

In dieser Tabelle ist nicht nur die Zeit für das Schleifen der Lagerstelle enthalten, sondern auch für sämtliche Nebenarbeiten einschl. Verlustzeiten, die erforderlich sind, um eine Lagerstelle revisionstfertig zu machen.

Tabelle Nr. 17.
Spitzgewinde auf der Drehbank schneiden (Schnittgeschwindigkeit = 50% der normalen).

Gangzahl auf einen Zoll engl.	Steigung in mm	Gewinde- tiefe in mm		S.-M.-St. 45—55 kg/qmm		Grau-Guß		Bronze und Messing		Ein- und Auslauf in mm, der zur Gewindelänge zuzuzählen ist	Zeit für das Anstellen jedes Schnitts in Minuten	Durch- messer mm	Gewinde- feilen und schmirgeln f. je 100 mm Länge	Gewinde- lehre aufpassen
		außen	innen	außen	innen	außen	innen	außen	innen					
18	1,41	0,83	—	6	—	6	—	6	—	15	0,15	20	1,5	2
16	1,59	0,92	—	7	—	7	—	6	—	15	0,15	40	1,5	2,5
14	1,81	1,2	—	8	—	8	—	7	—	20	0,15	60	1,5	3
12	2,12	1,35	—	9	—	9	—	8	—	20	0,15	80	2	3,5
11	2,31	1,35	20	10	15	9	13	8	9	20	0,15	100	2	4
10	2,54	1,45	21	11	16	10	14	10	10	20	0,2	125	2	5
9	2,83	1,6	22	12	17	11	15	11	11	25	0,2	150	2,5	6
8	3,18	2,05	23	13	18	12	16	12	12	25	0,2	175	2,5	7
7	3,63	2,29	17	25	14	13	17	13	13	25	0,2	200	2,5	8
6	4,26	2,7	18	27	15	20	14	14	14	30	0,2	250	3	9
5	5,08	3,1	19	28	16	21	15	15	15	30	0,25	300	3	10
4 ^{1/2}	5,67	3,6	20	30	17	22	16	16	16	30	0,25	350	3	11
4	6,36	4,07	21	32	18	23	17	17	17	30	0,25	400	3	12
3 ^{1/2}	7,27	5	22	34	19	24	18	18	18	35	0,25	450	3	13
3 ^{1/4}	7,82	5	23	36	20	25	19	19	19	35	0,25	500	4	14
3	8,47	5,23	24	38	21	26	20	20	20	35	0,25	550	4	15
2 ^{7/8}	8,83	5,88	26	40	22	28	21	21	21	40	0,3	600	5	16
2 ^{3/4}	9,23	6,15	28	42	23	29	22	22	22	40	0,3	650	5	17
2 ^{5/8}	9,66	6,44	30	44	24	30	23	23	23	45	0,3	700	6	19
2 ^{1/2}	10,16	6,7	32	46	26	32	24	24	24	45	0,3	800	6	22
2 ^{1/4}	11,23	7,5	34	48	28	34	25	25	25	45	0,3	900	7	25
2	12,7	8,56	36	50	30	36	26	26	26	45	0,3	1000	8	30

Die Tabelle enthält die Gangzahl nach Whitworth, jedoch ohne Angabe der zugehörigen Durchmesser; denn je nach Verwendungszweck werden z. B. 8 Gang nicht nur auf 25,4 mm Ø geschnitten, sondern auch auf 80, 100, 200, 400, 600 u. a. Durchmesser. Deshalb ist immer nur unter der entsprechenden Gangzahl der Ein- und Auslauf und die Zeit für das Anstellen des Schnittes zu entnehmen. Die Zeiten für das Feilen und Schmirgeln des Gewindes sowie für das Aufpassen der Lehre sind dagegen nach den Durchmessern abgestuft angeführt, ohne Rücksicht auf die Gangzahl.

Tabelle Nr. 18.
Flachgewinde auf der Drehbank schneiden. Schnittgeschwindigkeit = 40% der normalen.

Steigung in mm	Stahlbreite oder Gew.-Tiefe in mm	S. M. St. 45—55 kg/qmm		Grauguß		Bronze oder Messing		Ein- und Aus- lauf in mm, der zur Gewinde- länge zuzuzäh- len ist	Zeit für das Anstellen jedes Schnittes in Minuten	Durch- messer mm	Gew. feilen u. schmirgeln für je 100 mm Länge	Gewinde- lehre aufpassen Minuten
		außen	innen	außen	innen	außen	innen					
3	1,5	16	22	14	20	12	16	15	0,2	25	1,5	3
4	2	20	26	16	22	14	18	20	0,2	25	1,5	4
5	2,5	23	30	18	24	16	20	20	0,2	75	2	5
6	3	26	34	20	26	18	22	25	0,2	100	2	6
7	3,5	62	75	42	52	36	42	25	0,25	150	2,5	8
8	4	64	77	44	54	38	44	30	0,25	200	2,5	10
9	4,5	66	79	46	56	40	46	30	0,25	250	2,5	12
10	5	68	81	48	58	42	48	30	0,25	300	3	14
11	5,5	70	83	50	60	44	50	35	0,3	350	3	16
12	6	72	85	52	62	46	52	35	0,3	400	3	18
14	7	75	88	55	65	48	54	35	0,35	450	3	20
16	8	78	92	58	68	50	56	40	0,35	500	4	22
18	9	81	96	61	71	52	58	45	0,4	550	4	24
20	10	84	100	64	74	55	60	50	0,4	600	5	26
22	11	87	104	67	77	58	63	50	0,4	700	6	28
24	12	90	108	70	80	61	66	55	0,5	800	6	30
26	13	93	112	73	83	64	69	55	0,5	900	7	32
28	14	96	116	76	86	67	72	60	0,5	1000	7	35
30	15	100	120	80	90	70	75	60	0,5			

Hellmuth-Wernli, Vorkalkulation.

Bis einsch. 6 mm Steigung werden die Gewinde in einem Arbeitsgang geschnitten, darüber wird vor- und fertigge-
 schnitten. Die Tabelle gibt die Gewindesteigung in mm an, sie kann gegebenenfalls in Zoll-Steigung umgerechnet werden.
 Auch bei dieser Tabelle sind die Zeiten für das Feilen und das Aufpassen der Lehre nach dem Durchmesser, die übrigen
 Werte nach der Steigung gestuft angegeben. Die angegebenen Schnittzahlen genügen den höchsten Ansprüchen an
 Genauigkeit; ist keine hochwertige Arbeit verlangt, so können hier Abstriche gemacht werden.

Tabelle Nr. 19.

Mit Messerstahl Ecken einstechen.

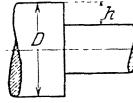


Abb. 27.

Werkstoff Siemens-Martin-Stahl bis 55 kg/qmm Festigkeit.

Durchmesser D in mm	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	
h mm	Zeit in Minuten													
10	I	0,7	0,8	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
	II	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,5	2	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	4
	III	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	3	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	5
20	I		1,5	2	2,8	3,5	4,2	5	6	7	7,5	8	8,5	10
	II		1	1,5	1,8	2	2,5	3,4	3,6	3,8	4,2	4,6	5	5,5
	III		1,5	2	2,8	3,5	3,8	4,2	4,7	5,3	5,9	6,4	7,0	7,5
30	I			3,5	4,2	5	6	7	8,5	10	11	12	13,5	15
	II			2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
	III			3,5	4,2	5	5,2	5,4	6,2	7,0	8	9	10,0	11
40	I			5	6	7	8,5	10	11,5	13,0	14,5	16	18	20
	II			2,5	3	3,5	4,1	4,7	5,4	6	6,6	7,2	7,8	8,5
	III			5	5,5	6	6,3	6,6	7,6	8,7	9,8	11,0	12,2	13,5
50	I				10	12	14	16	18	20,5	23	26	29	
	II				4	4,7	5,5	6,2	7	7,8	8,5	9,5	10	
	III				7	7,4	7,8	9,1	10,4	11,8	13,2	14,6	16	
60	I				14	16	19	22	25	28	31	35	40	
	II				4,5	5,3	6	27,1	8	8,8	9,7	10,6	11,5	
	III				8	8,5	9	10,6	12,2	13,8	15,3	16,9	18,5	
70	I				18	21	25	28,5	32	36	40	46	52	
	II				5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	III				9	9,6	10,2	12,1	14	16	18	20	22	
80	I						33	38	43	48	53	59	66	
	II						8	9	10	11,1	12,3	13,4	14,5	
	III						12	14	16	18	20	22	24,5	
90	I						43	48	54	60	66	73	80	
	II						9	10	11	12,2	13,5	14,7	16	
	III						14	16	18	20	22	24,5	27	
100	I								66	72	78	86	95	
	II								12	13	15	16	18	
	III								20	22	25	27	30	

I. Spalte: Vorstechen aus dem vollen oder geschmiedeten Stück.

II. Spalte: Vorstechen von vorgedrehten Werkstücken a. d. Stahlwerk.

III. Spalte: Fertigstechen der vorgestochenen Ecken.

Die Zeiten für Ansetzen, Messen usw. sind in Tabelle Nr. 13 enthalten.

Tabelle Nr. 20.

Mit Messerstahl Ecken einstechen.

Vgl. Abb. 27.

Werkstoff: Stahlguß und Grauguß.

Durchmesser mm	h in mm =											
	10				20				30			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
	Zeit in Minuten											
100	1	1	1,2	1,5	1,7	1,5	2,1	2,5	2,3	2,1	2,7	3,5
200	1,2	1,5	1,8	1,9	2,2	2	3,2	3,8	3,2	3	4,2	5,2
300	1,6	1,9	2,4	2,5	3	2,6	4,4	4,1	4,5	3,8	5,7	7
400	2,2	2,1	3	3,3	4	3	5,6	5,4	6	4,6	7,4	9
500	2,8	2,4	3,6	4	5	3,8	6,8	6,8	7,5	5,4	9,1	11
600	3,4	2,7	4,2	4,8	6,2	4,4	8	8,2	9,2	6,2	10,8	13,2
700	4	3	4,8	5,6	7,4	4,8	9,2	9,6	10,9	7	12,5	15,4
800	4,6	3,3	5,5	6,4	8,6	5,5	10,4	11	12,6	8	14,4	17,6
900	5,2	3,6	6,2	7,2	9,8	6,2	11,7	13,5	14,3	9	16,2	19,8
1000	6	4	7	8	11	7	13	15	16	10	18	22
2000	9,5	6	11	13	18	11	21	26	27	16	32	38
3000	13	8	15	18	25	15	29	37	38	22	46	55
4000	16,5	10	19	24	32	19	37	48	49	29	50	72
5000	20	12	24	30	40	24	46	60	60	36	65	90
6000			29	36			55	73			80	108
7000			34	43			66	86			95	129
8000			40	50			75	100			110	150

I. Spalte: Stahlguß ausschruppen.

II. „ „ schlichten.

III. „ Grauguß vor- u. fertigdrehen in einer Aufspannung.

IV. „ Stahlguß „ „ „ „ „ „ „ „

Die Zeiten für Ansetzen, Messen usw. sind in Tabelle Nr. 13 enthalten.

e) Beispiele.

Spitzendrehbank,
sog. Bolzenbank, Spitzenhöhe
150 mm, Spitzenweite
1000 mm.

Diese Drehbank eignet sich infolge ihrer einfachen Bauart und leichten Handhabung besonders für Reihenarbeit. Bei reichlicher Wasserkühlung kann man auf derartigen Bänken Werkstücke

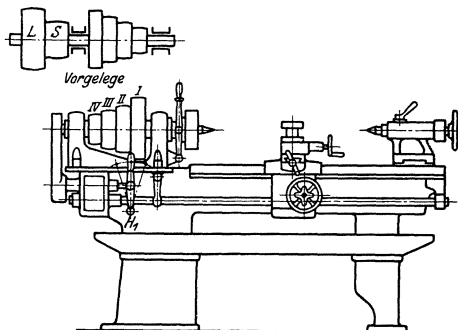





Abb. 28/29.

von etwa 55 kg/qmm Festigkeit mit Schnittgeschwindigkeiten bis zu 66 m/Min. bearbeiten. Die Abb. 28, 29 und die Tabelle 21 enthalten die Angaben der Maschinenkarte; man kann hieraus die möglichen Umlaufzahlen bei Benutzung der verschiedenen Vorgelegestufen, ferner die Schnittgeschwindigkeiten für bestimmte Durchmesser, den Vorschub für eine Spindelumdrehung bei den verschiedenen Hebelstellungen und den minutlichen Vorschub bei gegebener Umlaufzahl finden.

Tabelle Nr. 21.

(zu Spitzendrehbank 150 × 1000.)

Geschwindigkeitstabelle.

Antriebs- Vorgelege	Stufenkegel	Spindelumdrehungen/Min.	Schnittgeschwindigkeit in m/Min.													
			20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
			Durchmesser des Arbeitsstückes in mm													
L	I	160	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
S	I	190	33	41	50	58	67	75	83	91	100	108	116	125	133	142
L	II	200	32	40	49	56	64	72	80	88	95	104	112	120	127	136
S	II	236	27	34	40	47	54	61	68	74	82	88	95	100	105	115
L	III	344	18	23	28	32	37	42	46	51	55	60	65	70	74	79
S	III	422	15	19	23	27	30	34	38	42	45	50	54	57	60	65
L	IV	504	12	15	19	22	25	28	31	35	38	40	43	47	50	53
S	IV	620	10	13	16	18	21	23	26	29	32	35	37	39	42	45
Stellung d. Hebels. H. 1.																
Vorschub in mm für eine Umdrehung			0,14				0,28				0,56					

Vorschubtabelle.

Vorschub für eine Umdr. mm	Spindelumdrehungen in der Minute							
	160	190	200	236	344	422	504	620
	Vorschub in der Minute in mm							
0,14	22,4	26,6	28	33	48,2	57	70,6	86,8
0,28	44,6	53,2	56	66	96,7	118,2	141,2	172,6
0,56	89,6	106,4	112	132	192,6	236,3	282,4	347,2

Beispiel: Ein Werkstück nach Abb. 30 soll in einer Stückzahl von a) = 1, b) = 30 nach Lehre hergestellt werden; Werkstoff ist Siemens-Martin-Stahl von 55 kg/qmm Festigkeit; die Stücke werden zwischen den Spitzen gedreht. Es wird ein Ausgangsmaterial von $D = 26$ mm verwendet, ein Schrupp- und ein Schlichtschnitt genommen, nachher gefeilt und geschmirelt. Gewählt wird $v = 60$ m/Min. und $s = 0,28$ mm/Umdrehung; aus der Tabelle 5 würde sich für $v = 60$ ergeben: $n = 735$; nach der Maschinenkarte ist jedoch die höchste Umlaufzahl 620, mit der also gerechnet werden muß. Die Stücke werden zentriert angeliefert.

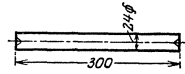


Abb. 30.

In den folgenden Arbeitsplänen bedeutet:

- T oder G = Tabelle oder Gleichung Nr.
- E.-Zeit = Einrichtezeit.
- St.-Zeit = Stückzeit.

Nr.	Arbeitsgang, bzw. Arbeitsstufe, Handgriff usw. ¹⁾	T. od. G.	E.- Zeit in Min.	St.- Zeit in Min.
a) Ausführung von 1 Stück.				
1.	Maschine einrichten		10	
2.	Stähle schleifen			3
3.	Einspannen, ansetzen und messen für Schruppschnitt			1
4.	1 Schruppschnitt, $D = 26$; $L = 250$: $\frac{250}{620 \cdot 0,28}$. . .	G. 29		1,44
5.	Zurückkurbeln, Werkstück wenden und ansetzen			1
6.	1 Schruppschnitt, $D = 26$; $L = 50$: $\frac{50}{620 \cdot 0,28}$. . .	G. 29		0,31
7.	Zurückkurbeln, ansetzen und messen für Schlichtschnitt			1,5
8.	1 Schlichtschnitt, $D = 24,5$; $L = 250$: $\frac{250}{620 \cdot 0,28}$. . .	G. 29		1,44
9.	Zurückkurbeln, Werkstück wenden, ansetzen und messen für Schlichtschnitt			0,6
10.	1 Schlichtschnitt $D = 24,5$; $L = 50$: $\frac{50}{620 \cdot 0,28}$. . .	G. 29		0,31
11.	Stahl umspannen und eine Stirnseite hochziehen			1
12.	Feilen und schmireln, $D = 24$; $L = 250$			4
13.	Werkstück wenden			0,4
14.	Andere Stirnseite hochziehen und auf genaue Länge drehen			1,2
15.	Feilen und schmireln, $D = 24$, $L = 50$ und Endkontrolle			2
16.	Ausspannen			0,3
			10	19,50
Verlustzeit:				2,50
Stückzeit:				22,00

Für 1 Stück würde man einschl. Einrichten $10 + 22 = 32$ Min. als Gesamtzeit benötigen.

¹⁾ In den späteren Beispielen mit „Arbeitsfolge“ bezeichnet.

Nr.	Arbeitsfolge	T. od. G.	E.- Zeit in Min.	St.-
b) Ausführung von 30 Stück.				
(Bei Ausführung von 30 Stk. wird der Arbeitsplan wie folgt geändert:)				
1.	Maschine einrichten		10	
2.	Stähle schleifen 4 Min. auf 30 Stück verteilt			0,8
3.	Einspannen, ansetzen und messen für Schruppschnitt			0,4
4.	1 Schruppschnitt $D = 24,5$; $L = 250$ wie bei Einzel- ausführung, nur werden alle 30 Werkstücke nach einander einseitig geschruppt	G. 29		1,44
5.	Zurückkurbeln, Werkstück wenden und ansetzen			0,6
6.	1 Schruppschnitt $D = 24,5$; $L = 50$ wie bei Einzel- ausführung, alle 30 Werkstücke werden nacheinan- der an dieser Seite geschruppt	G. 29		0,31
7.	Zurückkurbeln, ansetzen und messen für Schlicht- schnitt			0,4
8.	1 Schlichtschnitt $D = 24,5$; $L = 250$ wie bei Ar- beitsgang 4	G. 29		1,44
9.	Zurückkurbeln, Werkstück wenden, ansetzen und messen für Schlichtschnitt			0,3
10.	1 Schlichtschnitt $D = 24$; $L = 50$ wie bei Arbeits- gang 6	G. 29		0,31
11.	Stahl umspannen			0,3
12.	1 Stirnseite hochziehen, $L = 250$ mm feilen und schmiegeln, alle 30 Stück von dieser Seite			3
13.	Werkstück wenden			0,13
14.	Stirnseite hochziehen und auf genaue Länge drehen, $L = 50$ mm feilen und schmiegeln			2,2
15.	Ausspannen			0,2
			10	11,83
Verlustzeit:				2,17
Stückzeit:				14,—

Man benötigt also für:

	1 Stück	30 Stück
Einrichtezeit	10 Min.	10 Min.
Stückzeit	<u>22 „</u>	<u>420 „</u>
Gesamtzeit	32 Min.	430 Min.

Bei gleichzeitiger Bearbeitung von 30 Stück braucht man also für ein Stück 14,33 Min. oder rund 14,5 Min., gegenüber 32 Minuten für Bearbeitung eines einzelnen Stückes.

Spitzendrehbank,

Spitzenhöhe 250 mm, Spitzenweite 1000 mm.

Aus den Angaben der Maschinenkarte sei hervorgehoben:

Vorschübe und Gewindesteigungen sind mittels Norton-Schwinge in kürzester Zeit einstellbar. Beim Gewindeschneiden erfolgt der Rücklauf durch Umlegen eines Hebels doppelt so schnell als der Vorlauf.

Es können folgende Umlaufzahlen hergestellt werden:

$n = 12, 15, 19, 24, 30, 38, 46, 59, 72, 93, 112, 146, 177, 230, 278, 354.$

Die Vorschübe für eine Umdrehung betragen:

$s = 0,25, 0,3, 0,32, 0,35, 0,38, 0,4, 0,45, 0,5, 0,6, 0,64, 0,7, 0,76, 0,8, 0,9,$
 $1, 1,2, 1,3, 1,4, 1,5, 1,6, 1,8, 2, 2,4, 2,6, 2,8, 3, 3,2, 3,6 \text{ mm.}$

Beispiel: Das Werkstück Abb. 31 soll in einer Stückzahl von 40 hergestellt werden. Gewählt wird eine Stange von 26 mm Durchmesser aus S.-M.-Stahl von $Kz = 55 \text{ kg}$ Festigkeit, ferner $v = 28 \text{ m/Min.}$, $s = 0,25 \text{ mm/Umdr.}$

Welches ist die Bearbeitungszeit:

a) für fertige Herstellung auf der Drehbank?

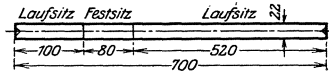


Abb. 31.

b) für das Drehen zu nachfolgendem Schleifen? (Schleifen s. S. 176.)

Die Maschinenkarte gibt bei $v = 28$ eine Umlaufzahl von $n = 354$. Bei $s = 0,25$ ist $s_m = 88,5 \text{ mm/Min.}$ Alle 40 Stück durchlaufen jeden Arbeitsgang nacheinander. Die Stücke werden zentriert angeliefert.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	a) Fertige Herstellg.		b) Dreh. z. Schleifen	
			E.-Zeit in Minut.	St.-Zeit in Minut.	E.-Zeit in Minut.	St.-Zeit in Minut.
1.	Einrichten		20		20	
2.	Stähle schleifen, auf alle 40 Stück verteilt			0,2		0,2
3.	Alle 40 Stück werden nacheinander eingespannt, gerichtet und ausgespannt .			2,0		2,0
4.	Alle 40 Stücke werden nacheinander eingespannt, für den mitgehenden Setzstock auf $D = 22,8 \text{ mm}$ angedreht und ausgespannt			1,5		1,5
5.	Einspannen (0,2 Min.), ansetzen des Setzstockes (2 Min.), Stahl anstellen(0,6Min.)		2	0,8	2	0,8
6.	Ein Schrappspan 510 mm lang, bei allen 40 Stück: $t = \frac{510}{88,5}$	G. 31		5,8		5,8
7.	Ausspannen			0,2		0,2
8.	Mitgehenden Setzstock zurücknehmen, feststehenden anbringen und einstellen		5		5	
9.	Einspannen, Stahl anstellen u. messen .			0,8		0,8
10.	Ein Schrappspan, etwa 100 mm lang, bei allen 40 Stück: $t = \frac{100}{88,5}$	G. 31		1,13		1,13
11.	Ausspannen (0,2 Min.) feststeh. Setzstock wegnehmen (2 Min.)		2	0,2	2	0,2
12.	Einspannen, richten, ausspannen aller 40 Stücke nacheinander			1,8		1,8
13.	Einspannen, andrehen für mitgeh. Setzstock auf 22 mm Durchm. etwa 90 mm lang, ausspannen			1,5		1,5
Transport:			29	15,93	29	15,93

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	a) Fertige Herstellg.		b) Dreh. z. Schleifen	
			E.- Zeit in Minut.	St.- Zeit	E.- Zeit in Minut.	St.- Zeit
	Transport:		29	15,93	29	15,93
14.	Einspannen (0,2 Min.), ansetzen d. mitgeh. Setzstockes (2 Min.) u. Stahl anstellen (0,6 Min.)		2	0,8	2	0,8
15.	Ein Schlichtspan 510 mm lang, bei allen 40 Stück: $t = \frac{510}{88,5}$	G. 31		5,8		5,8
16.	Für Setzstock anfeilen, ausspannen . .			1,0		—
17.	Mitg. Setzstock wegnehmen, festschrauben, anbringen und einstellen		7		7	
18.	Einspannen, Stahl anstellen u. messen .			1,0		1,0
19.	Ein Schlichtschnitt 22 mm Durchmesser, 100 mm lang, $t = \frac{100}{88,5}$	G. 31		1,13		1,13
20.	Ausspannen, feststeh. Setzstock wegnehmen, Stahl ausspannen		2	0,5	2	0,5
21.	Einspannen, richten, ausspannen . . .			2,5		2,5
22.	Stahl einspannen, Werkstück einspannen, 1 Stirnseite hochziehen, Kante brechen			1,0		1,0
23.	Laufsitz 100 mm lg., Festsitz 80 mm lg., feilen und schmirgeln, alle 40 Stück nacheinander von einer Seite			3,0		—
24.	Umspannen			0,5		0,5
25.	Eine Stirnseite hochziehen, Kante brech.			0,8		0,8
26.	Laufsitz 510 mm lg. feilen u. schmirgeln .			5		—
27.	Endkontrolle, ausspannen			1,5		1,5
			40	40,46	40	31,46
		Verlustzeit:		4,54		0,94
		Stückzeit:		45		32,40

Man benötigt also:

für a) Fertigdrehen

	1 Stück	40 Stück
Einrichtezeit:	40 Min.	40 Min.
Stückzeit:	<u>45</u> „	$40 \times 45 = 1800$ „
Gesamtzeit:	85 Min.	1840 Min.
	d. h. pro Stück: 46 Min.	

b) Drehen z. Schleifen

	1 Stück	40 Stück
Einrichtezeit:	40 Min.	40 Min.
Stückzeit:	<u>32,4</u> „	$40 \times 32,4 = 1296$ „
Gesamtzeit:	72,4 Min.	1336 Min.
	d. h. pro Stück: 38,4 Min.	

Beispiel: Es sind 10 Werkstücke nach Abb. 32 zu bearbeiten. Das Werkstück wird zentriert angeliefert, der Durchmesser von 78 mm ist ungefähr einzuhalten, dagegen sind die Gewinde genau nach Lehre auszuführen.

Gewählt: Ausgangsmaterial: Schraubenstahl $K_z = 60$ kg Festigkeit, $D = 95$ mm, $v = 18$ bzw. 21, $s = 1$; ein Schruppschnitt und ein Schlichtschnitt. Hieraus folgt $n = 59$ bzw. 72 für das Drehen, für das Gewindeschneiden 50% von $n = 59$, also rund 30, Rücklaufgeschwindigkeit doppelt so groß als Arbeitsgeschwindigkeit.

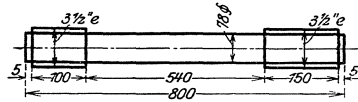


Abb. 32.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	St.-Zeit
1.	Einrichten		30	
2.	Stähle schleifen, auf alle 10 Stück verteilt			1
3.	Einspannen, ansetzen und messen			2,5
4.	Drehen $D = 3\frac{1}{2}''$, $L = 160$, 1 Schruppspan $\frac{160}{59 \cdot 1}$	G. 29		2,72
5.	Vorschub abstellen, mit Schruppstahl auf $D = 78$ mm eindrehen			2
6.	Drehen $D = 78$, $L = 540$, 1 Schruppspan $\frac{540}{59 \cdot 1}$	G. 29		9,15
7.	Ausspannen (Arbeitsstufe 3, 4, 5, 6 u. 7 bei allen 10 Stück nacheinander)			0,5
8.	Einspannen, ansetzen und messen			2
9.	Drehen $D = 3\frac{1}{2}''$, $L = 110$, 1 Schruppspan $\frac{110}{59 \cdot 1}$ zugleich anschrägen	G. 29		1,87
10.	Ausspannen (Arbeitsstufe 8, 9 u. 10 bei allen 10 Stück nacheinander)			0,5
11.	Einspannen, ansetzen und messen			2,5
12.	Drehen $D = 3\frac{1}{2}''$, $L = 110$, 1 Schlichtspan $\frac{110}{72 \cdot 1}$	G. 29		1,53
13.	Ausspannen (Arbeitsstufe 11, 12 u. 13 bei allen 10 Stück miteinander)			0,5
14.	Wenden, einspannen, ansetzen und messen			2,3
15.	Drehen $D = 3\frac{1}{2}''$, $L = 160$, Schlichtsp. $\frac{160}{72 \cdot 1}$	G. 29		2,22
16.	Vorschub abstellen, mit Schlichtstahl auf $D = 78$ mm eindrehen: $\frac{540}{72 \cdot 1}$, danach ausspannen (alle 10 Stück nacheinander)	G. 29		7,5
17.	Stahl umspannen, einspannen, 2×10 mm Radien drehen, ausspannen (alle 10 Stück nacheinander)			10,5
18.	Einspannen, Stahl umspannen, wenden, $2 \times$ Stirnseite hochziehen und Kopf andrehen			8,0
19.	Stahl umspannen			0,6
20.	Gewindesteigung messen		5	
Transport:			35	57,89

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	St.-Zeit
	Transport:		35	57,89
21.	Gewinde schneiden: $L = 150$ mm, $D = 3\frac{1}{2}''$, Gangzahl $3\frac{1}{4}$, daher Steigung $25,4:3,25 = 7,81$ mm. Das Gewinde wird erst vor- und dann fertiggeschritten. Einschließlich der Probeschnitte am ersten Stück ergeben sich somit bei allen 20 Stück 23 Schnitte. Die Gesamtzeit ist wegen des Rücklaufs (50% s. oben) mit 1,5 zu multipl. Hierzu kommt die Zeit für das Anstellen, für jeden Schnitt 0,25 Min.	G. 44 T. 17		
	Also $T = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} \cdot 1,5 + i \cdot 0,25 =$			
	$T = \frac{(150 + 35) \cdot 23}{30 \cdot 7,81} \cdot 1,5 + 23 \cdot 0,25$			32,95
22.	Lehre aufpassen, Gewinde schmirgeln			7
23.	Umspannen			1,5
24.	Gewinde schneiden 100 mm lg. $\frac{(100 + 35) \cdot 23,1}{30 \cdot 7,81} \cdot 1,5 + 23 \cdot 0,25$	G. 44		25,63
25.	Lehre aufpassen, Gewinde schmirgeln			6
26.	Endkontrolle, ausspannen			2
	Verlustzeit:		35	132,97
	Stückzeit:			12,03
				145,00

Man braucht für:

	1 Stück	10 Stück
Einrichtezeit:	35 Min.	35 Min.
Stückzeit:	145 „	1450 „
Gesamtzeit:	180 Min.	1485 Min.

Bei einer Herstellung von 10 Stück braucht man also für 1 Stück = 148,5 Min. .

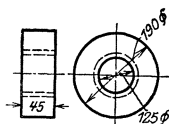


Abb. 33.

Beispiel: 10 Werkstücke nach Abb. 33 sind zu bearbeiten. Ausgangsmaterial S.-M.-Stahl, $K_z = 55$, $D = 200$ mm, auf der Bohrmaschine mit $D = 100$ mm vorgebohrt. Äußerer Durchmesser und Breite ohne Genauigkeit, Gewinde genau nach Lehre.

$v = 9, 18$ bzw. 21 m, $s = 0,7$ bzw. $0,5$ mm.

Daher ist für:

$$\begin{aligned}
 v = 18 \text{ m bei } D = 190 \text{ mm: } n &= 30 \\
 v = 18 \text{ „ „ } D = 110 \text{ „ : } n &= 46 \\
 v = 21 \text{ „ „ } D = 190 \text{ „ : } n &= 24.
 \end{aligned}$$

Für den Rücklauf beim Gewindeschneiden wird $n = 46$ gewählt.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.- Zeit in Minut.	St.-
1.	Einrichten, Futter aufspannen, Wechslräder aufstecken		30	
2.	Einspannen und richten			4
3.	Ansetzen und messen (vom Tabellenwert ist die Zeit für das Zurückkurbeln abzusetzen)	T. 13		1
4.	1 Schrappspan $D = 190$ mm, $L = 40$, weil am einen Ende eingespannt $\frac{40}{30 \cdot 0,7}$	G. 29		1,9
5.	Ansetzen und messen			1
6.	1 Schrappspan seitlich: $\frac{95 - 50}{30 \cdot 0,7}$	G. 40		2,15
7.	Ansetzen und messen für Bohrung			4
8.	Bohrung, 4 Späne: $\frac{50 \cdot 4}{40 \cdot 0,5}$	G. 30		8,7
9.	Ansetzen und messen (siehe Bem. zu 3)	T. 13		1
10.	1 Schlichtspan $D = 190$ mm: $\frac{40}{38 \cdot 0,5}$	G. 29		2,11
11.	Ansetzen			0,5
12.	Seitl. fertigdrehen u. anschrägen für Gewinde: $\frac{95 - 60}{38 \cdot 0,5}$	G. 40		2,3
13.	Stahl umspannen			1
14.	Gew. schneiden u. Steigung messen am 1. Stück		5	
15.	Gewindeschneiden $\frac{(50 + 20) \cdot 19}{24 \cdot 2,5} + \frac{70 \cdot 19}{46 \cdot 2,5} + 19 \cdot 0,2$ (für jedes Gewinde 1 Schrapp- und 1 Schlichtschnitt)	G. 44		37,6
16.	Lehre aufpassen	T. 17		5
17.	Ausspannen			0,5
18.	Futter abnehmen und Dreibackenfutter aufsetzen		10	
19.	Einspannen und auf Rundlaufen kontrollieren			2
20.	Ansetzen und messen			1
21.	Stehengebliebenen Rand von $L =$ etwa 10 mm weg-drehen			2
22.	Ansetzen und messen für das Drehen der Seiten			1
23.	Seitl. 2 Späne: $\frac{95 - 60}{30 \cdot 0,5} + \frac{95 - 60}{38 \cdot 0,5}$	G. 40		3,6
24.	Kanten brechen			2
25.	Endkontrolle und ausspannen			2
	Verlustzeit:		45	86,36
	Stückzeit:			8,64
				95,00

Man benötigt für 1 Stück: 140 Min., für 10 Stück: 995 Min.

Bei Bearbeitung von 10 Stück dauert also 1 Stück = rund 100 Minuten.

Spitzendrehbank,

250 × 2700 mm (Wellenschruppbank).

Diese Drehbank (Abb. 34) besitzt Einscheibenantrieb von einem Motor aus, die Umlaufzahlen werden durch Schaltungen am Räderkasten verändert.

Die Drehbank ist nur mit einer Zugspindel versehen, die dem Werkzeug nur eine Vorschubbewegung parallel zur Werkstückachse übermittelt.

Zum Abschruppen großer Durchmesser-Zugaben ist auf dem Schlitten ein zweites Stichelhaus zur Aufnahme eines zweiten Stahles angebracht.

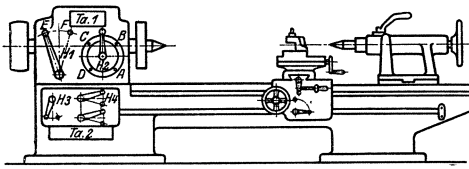


Abb. 34.

H 1 u H 2: Hebel zum Einstellen der Spindelumläufe, H 3 u. H 4: zum Einstellen der Vorschübe.

Tabelle 22 bis 24 enthalten die Angaben der Maschinenkarte, auch solche über die zulässigen Spanquerschnitte; in Tabelle 24 ist q = Spanquerschnitt, a = Schnitttiefe, s = Vorschub.

Infolge der einfachen, aber kräftigen Bauart eignet sich eine derartige Maschine vorzüglich zum Schrappen von Spindeln sowie von größeren Bolzen und Wellen.

Tabelle Nr. 22.

Ta 1: Geschwindigkeitstabelle.

Spindel- umläufe in der Minute	Schnittgeschwindigkeit in m/Min.							
	8	10	12	14	16	18	20	22
	Durchmesser des Arbeitsstückes							
12	210	265						
18	140	175	210	245				
30	80	105	120	140	170	180	200	230
42	60	75	90	105	120	135	150	165
72	35	45	55	60	70	80	90	100
106	25	30	35	40	50	55	60	65
167				25	30	35	40	45
240						25	27	30

Vorschubtablelle Nr. 23 siehe S. 78.

Tabelle Nr. 24.
Schnittverhältnisse.

Werkstoff		q in m^2/m^2		Schruppen			Schlichten					
Art	Güte	max.	norm.	V. I	a s		V. I	a s	sauber	z. schlf.	breit	
Eisen	Kz 33--40	45	30	24--16	a s	10 2,8	15 2	21 1,4	a s	1-0,5 0,25-0,7	2-1 2-2,8	1-0,5 2-2,8
	Kz 40--50	40	30	20--16	a s	10 2,8	15 2	21 1,4	a s	1-0,5 0,25-0,7	2-1 2-2,8	1-0,5 2-2,8
Stahl	Kz 45--60	40	30	20--16	a s	10 2,8	15 2	21 1,4	a s	0,5 0,25-0,5	2-1 1,4-2	0,5-0,3 2-2,8
	Kz 60--80	30	20	18--10	a s	10 2	14 1,4	20 1	s a	0,5 0,25-0,5	1,5-1 1,4-2	0,3 2
Ni-Stahl	Ni. 5--10%	20	15	10--8	a s	7,5 2	11 1,4	15 1	a s	1 0,25-0,3	1 2	0,5 1,4

Tabelle Nr. 23.

Ta 2: Vorschubtabelle.

Vorschub in der Minute	Spindelumläufe in der Minute							
	12	18	30	42	72	106	167	240
	Vorschub in der Minute in mm							
0,25	3	4,5	7,5	10	17	26	40	60
0,35	4,2	6,5	10	14	25	37	55	85
0,5	6	9	15	20	35	50	80	
0,7	8,5	12,5	21	30	50	75		
1,0	12	18	30	42	70			
1,4	17	25	42	60	100			
2,0	24	35	60	80	140			
2,8	33	50	80	115				

Bemerkungen: Wellen mit nur wenigen Anpassen werden vorteilhaft mit 2 Werkzeugen bearbeitet, dabei ruhiger Gang und lange Schneidhaltigkeit. Die Bearbeitung dünner, kurzer Wellen erfolgt zweckmäßig mit großer Schnittgeschw. und kleinem Vorschub. Für dicke, lange Wellen hingegen wähle man mäßige Schnittgeschwindigkeit und großen Vorschub.

Beispiel: Werkstück Abb. 35, 36 soll zum Schleifen gedreht und nach dem Schleifen fertiggedreht werden. Das Werkstück wird zentriert angeliefert.

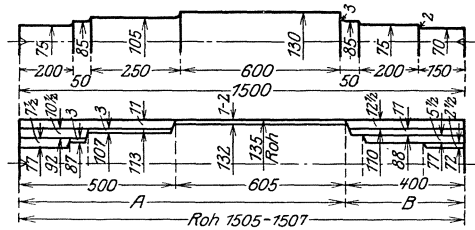


Abb. 35, 36.

Werkstoff: S.-M.-Stahl, $K_z = 55-60$ kg, $D_{\text{roh}} = 135$ mm, $v = 18$ m/Min., $s = 1,4$ mm/Umdr. Nach Tafel Nr. 4 ist $n = 42$, daher ist bei $s = 1,4$ mm/Umdr., der minutliche Vorschub $s_m = 60$ mm.

Die Toleranzen sind bei $D = 75$ mm: $\pm \frac{2}{100}$ mm, bei allen übrigen

Durchmessern: $\pm \frac{1}{100}$ mm.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.- Zeit in Minut.	St.-
A. Drehen zum Schleifen.				
a) Linke Seite:				
1.	Maschine einrichten		30	
2.	Ein-, um- und ausspannen	T. 11		17
3.	Ansetzen und messen, 4 Ansätze	T. 13		6,2
4.	Drehen von $D = 135$ auf 113, $L = 500$ mm	G. 31		8,4
	$t = \frac{500}{60}$			
5.	Drehen von $D = 135$ auf 132, $L = 600$ mm	G. 31		10
	$t = \frac{600}{60}$			
6.	Drehen von $D = 113$ auf 92, $L = 250$ mm	G. 31		4,2
	$t = \frac{250}{60}$			
7.	Drehen von $D = 92$ auf 77, $L = 200$ mm	G. 31		3,4
	$t = \frac{200}{60}$			
8.	Umspannen, Zeitangabe unter 2.			
b) Rechte Seite:				
9.	Ansetzen und messen, 3 Ansätze	T. 13		3,5
10.	Drehen von $D = 135$ auf 88, $L = 400$ mm	G. 31		6,7
	$t = \frac{400}{60}$			
11.	Drehen von $D = 88$ auf 77, $L = 350$ mm	G. 31		5,9
	$t = \frac{350}{60}$			
12.	Drehen von $D = 77$ auf 72, $L = 150$ mm	G. 31		2,5
	$t = \frac{150}{60}$			
13.	Drehen von $D = 88$ auf Schleifzugabe, $L = 50$ mm	G. 31		0,9
	$t = \frac{50}{60}$			
14.	Drehen von $D = 77$ auf Schleifzugabe, $L = 200$ mm	G. 31		3,3
	$t = \frac{200}{60}$			
15.	Drehen von $D = 72$ auf Schleifzugabe, $L = 150$ mm	G. 31		2,5
	$t = \frac{150}{60}$			
16.	70er Durchmesser auf Länge drehen			2,0
17.	75er " " " "			3,0
18.	85er " " " "			4,0
19.	Umspannen, Zeitangabe unter 2.			
20.	75er Durchm. auf Schleifzugabe, $L = 200$ mm	G. 31		3,4
	$t = \frac{200}{60}$			
Transport:			30	86,9

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.- Zeit in Minut.	St.-
	Transport:		30	86,9
21.	86er Durchm. auf Schleifzugabe, $L = 50$ mm . . .	G. 31		0,9
	$t = \frac{50}{60}$			
22.	105er „ „ „ „ $L = 250$ mm . . .	G. 31		4,2
	$t = \frac{250}{60}$			
23.	130er „ „ „ „ $L = 600$ mm . . .	G. 31		10,0
	$t = \frac{600}{60}$			
24.	105er Durchmesser auf Länge drehen			3
25.	85er „ „ „ „			3
26.	75er „ „ „ „			3
27.	Ausspannen, Zeitangabe unter 2.			
28.	Setzstock ansetzen z. Drehen des Werkstückes auf Länge		10	—
29.	Einspannen			4
30.	Rechte Seite, $D = 70$ mm auf Länge drehen und nachzentrieren			9
31.	Umspannen			3
32.	Linke Seite, $D = 75$ mm auf Länge drehen und nachzentrieren			9
33.	Werkstück ausspannen			3
34.	Setzstock ausspannen		5	—
			45	139,0
	Verlustzeit:			14,0
	Stückzeit:			153,0

Man benötigt demnach:

für 1 Stück:

Einrichtezeit	45 Min.
Stückzeit	153 „
Gesamtzeit	198 Min.

Bei Anfertigung von 5 Stück:

Einrichtezeit	45 Min.
Stückzeit	$5 \times 153 = 765$ „
Gesamtzeit	810 Min.

also für 1 Stück durchschnittlich 162 Minuten.

B. Nach dem Schleifen fertigdrehen.

Wie bekannt, kann man mit der Schleifscheibe keine sauberen, genauen Radien und Kanten herstellen, deshalb nimmt man Werkstücke nach dem Schleifen nochmals auf die Drehbank, um genaue Längen und Radien zu erhalten.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	Stk.-
1.	Maschine einrichten		30	
2.	Ein., um und ausspannen	T. 11		17
3.	Drehen des 2 mm Radius am 70er Durchmesser			3,5
		T. 14		3,5
	3 mm „ „ 85er „			4,0
4.	„ „ 2 mm „ „ 75er „			3,5
		T. 14		3,5
	3 mm „ „ 85er „			5,0
5.	Werkstück leicht abziehen			4
			30	44,0
Verlustzeit:				6,0
Stückzeit:				50,0

Man benötigt also für 1 Stück:

Einrichtezeit	30 Min.
Stückzeit	50 „
Gesamtzeit	80 Min.

Bei Anfertigung von 5 Stück:

Einrichtezeit	30 Min.
Stückzeit $5 \times 50 =$	250 „
Gesamtzeit	280 Min.

oder für 1 Stück durchschnittlich 56 Minuten.

Spitzendrehbank,

Spitzenhöhe 400 mm, Weite 3000 mm.

Der Antrieb erfolgt vom Deckenvorgelege über die Stufenscheibe entweder mit oder ohne Vorgelege auf die Arbeitsspindel.

Die Maschine ist ausgerüstet mit Zug- und Leitspindel. Es sind 8 verschiedene Vorschübe für Lang- und auch für Planzug vorhanden. Die Leitspindel mit den dazugehörigen Wechselrädern gestattet das Schneiden sämtlicher Gewindearten.

Die Umlaufzahlen sind:

$$n = 10, 15, 18, 20, 35, 65, 90, 130, 180, 230.$$

Die Vorschübe:

$$s = 0,32, 0,53, 0,72, 0,92, 1,3, 2,0, 2,55, 3,22.$$

Beispiel: Es sind 10 Werkstücke nach Abb. 37 zu bearbeiten. Alle Flächen werden zuerst vor und dann fertiggedreht. Für das Vordrehen wird $v = 15$, $s = 0,92$, für das Fertigdrehen $v = 18$, $s = 0,72$ und für das Fertigdrehen der Planflächen $v = 18$, $s = 2$ gewählt. Werkstoff: Stahlguß $K_2 = 55$ kg; Toleranzen für die Bohrung

$$- \frac{1}{100} \text{ mm, für die Nuten } \pm \frac{1}{100} \text{ mm.}$$

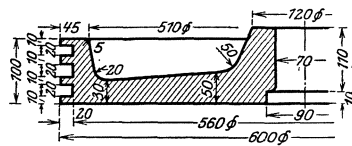


Abb. 37.

Tabelle 3 ergibt für $v = 15: n = 7,96$, gewählt 7,5
 „ 4 „ „ „ $v = 18: n = 9,55$, „ 10.

Nach der Maschinenkarte ist die kleinste Umlaufzahl 10. Im vorliegenden Falle kann man sich helfen, indem man den Riemen unmittelbar auf die Vorgelegewelle legt, man erhält dann $n = 7,5$.

Bei Bearbeitung der Planfläche $D = 600$ bis 90 muß man die Umlaufzahl mehrmals wechseln, und zwar

von $D = 600$ bis 340 mm: $n = 10$
 „ 340 „ 240 „ : $n = 15$
 „ 240 „ 90 „ : $n = 20$.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	Stk.
1.	Einrichten		40	
2.	Aufspannen und richten			15
3.	Ansetzen und messen	T. 13		7,5
4.	$D = 600$ vordrehen, 1 Span, $L = 95: \frac{95}{7,5 \cdot 0,92}$	G. 29		13,8
5.	Ansetzen und messen	T. 13		5
6.	Stirnfläche $D = 600/510$ plandrehen, 1 Span: $\frac{300 - 255}{7,5 \cdot 0,92}$	G. 40		6,5
7.	Oberschlitten schräg stellen z. Drehen des Kegels			3
8.	Ansetzen und messen	T. 13		10
9.	Kegel drehen, $L = 70$, 2 Späne: $\frac{70 \cdot 2}{7,5 \cdot 0,5}$	G. 29		37,3
10.	Oberschlitten umstellen			3
11.	Ansetzen und messen	T. 13		10
12.	Kegel drehen $D = 470$ auf 220, 2 Späne: $\frac{(235 - 110)}{10 \cdot 0,5}$	G. 41		50
13.	Oberschlitten umstellen			3
14.	Ansetzen und messen	T. 13		10
15.	Kegel drehen $D = 220$ auf 120, $L = 70$, 2 Späne: $\frac{70 \cdot 2}{10 \cdot 0,5}$	G. 30		28
16.	Oberschlitten gerade stellen			2
17.	20er Radius schrappen und fertigdrehen	T. 14		27
18.	50er „ „ „ „			27
19.	Ansetzen und messen	T. 13		2
20.	Stirnfläche $D = 120$ auf 70 drehen, 1 Span: $\frac{60 - 35}{20 \cdot 0,5}$	G. 40		2,5
21.	Ansetzen und messen	T. 13		4
22.	Bohrung ausdrehen, 4 Späne: $\frac{120 \cdot 4}{35 \cdot 0,53}$	G. 30		26
23.	Ansetzen und messen	T. 13		9,5
24.	$D = 600$ schlichten, $L = 95$, 1 Span: $\frac{95}{10 \cdot 0,72}$	G. 29		13,2
25.	Ansetzen und messen	T. 13		6
26.	Stirnfläche $D = 600$ auf 510 plandrehen, 1 Schlichtspan: $\frac{300 - 255}{10 \cdot 0,72}$	G. 40		6,3
Transport:			40	327,6

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	Stk.-Zeit
	Transport:		40	327,6
27.	Ansetzen und messen	T. 13		2
28.	Stirnfläche $D = 120$ auf 70 schlichten, 1 Span	G. 40		2,5
29.	50er Radius schlichten	T. 14		20
30.	$D = 600$ feilen	} T. 15		15
31.	Ausspannen			8
32.	Futterklötze aufspannen und andrehen		80	
33.	Werkstück einspannen und mit Mittelschraube festspannen			15
34.	Den von der vorhergehenden Einspannung stehengebliebenen Rand wegdrehen			10
35.	Ansetzen und messen	T. 13		10
36.	Planfläche schrumpfen, 2 Späne: $(\frac{300 - 176}{7,5 \cdot 0,92} + \frac{170 - 120}{15 \cdot 0,92} + \frac{120 - 45}{20 \cdot 0,92}) \cdot 2$	G. 41		48,1
37.	Riemen umlegen			3
38.	Ansetzen und messen	} vgl. T. 13		5
39.	Planfläche schlichten, 1 Span: $\frac{300 - 45}{10 \cdot 2}$		G. 40	
40.	Stahlhalter einspannen, mit dem alle 3 Nuten zugleich vorgestochen werden, ansetzen und messen			12
41.	3 Nuten zugleich vorstechen: $\frac{20}{7,5 \cdot 0,1}$	G. 36		27
42.	Stahlhalter umspannen zum Fertigeinstecken, ansetzen und messen			15
43.	3 Nuten zugleich fertigstechen: $\frac{20}{7,5 \cdot 0,1}$	G. 36		27
44.	Stahlhalter abspannen und Grat wegnehmen			6
45.	Werkstück mit Spanneisen am Umfang festspannen, Mittelschraube wegnehmen und Bohrung drehen			15
46.	Ansetzen und messen			4
47.	Bohrung schlichten			10
48.	Radius in der Bohrung drehen	T. 14		10
49.	Ausspannen			10
	Verlustzeit:		120	615
	Stückzeit:			45
				660

Man benötigt für:

	1 Stück	10 Stück
Einrichtezeit	120 Min.	120 Min.
Stückzeit:	660 „	6600 „
Gesamtzeit =	780 Min.	6720 Min.

Bei gleichzeitiger Bearbeitung von 10 Stück braucht man also pro Stück 672 Minuten.

Spitzendrehbank,

Spitzenhöhe 900 mm, Spitzenweite 7000 mm.

An dieser großen, schweren Universal-Drehbank erhält die Arbeitsspindel die verschiedenen Geschwindigkeiten durch einen direkt gekuppelten, umsteuerbaren Motor über dem Räderkasten.

Mittels Leitspindel und Wechsellrädern können alle Gewindearten geschnitten werden.

Umlaufzahlen

0,5; 0,75; 1,25; 1,75; 2,25; 3; 5; 7; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 60; 80; 125; 150.

Vorschub für eine Umdrehung:

0,3; 0,5; 0,7; 1,0; 1,2; 1,5; 2,0; 3,0 mm.

Beispiel: Ein Werkstück nach Abb. 38 ist fertigzudrehen, Werkstoff S.-M.-Stahl, $K_z = 55 \div 60$ kg; Toleranz: $\varnothing_{„L“} = \pm \frac{5}{100} \varnothing_{„F“} = \pm \frac{2}{100}$, alle übrigen $\varnothing + \frac{1}{10}$ mm. Die Lagerstellen ($D = 400$ und $D = 500$) werden nachher geschliffen, alles übrige ist nach den angegebenen Toleranzen zu drehen. Das Stück wird vorgedreht geliefert.

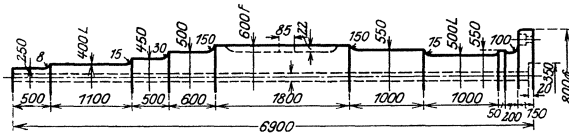


Abb. 38.

Gewählt: $v = 15$, $s = 1,5$ bzw. 1 mm/Umdr.

Der Arbeitsgang ist folgender: Aufspannen am Flansch, am vorderen Ende auf vorgedrehter Fläche von $D = 250$ mit Setzstock unterstützen; andrehen für Setzstock, Setzstock verschieben und Werkstück noch mit fliegender sogenannter Gegenspitze unterstützen. Dann sämtliche Teile bearbeiten, Setzstock an $D = 400$ stellen und Endzapfen von $D = 250$ fertigdrehen. Sämtliche Ansätze werden erst auf etwa 1 mm vor-, dann fertiggedreht. Danach Werkstück wenden und Flansch im Setzstock „fliegend“ fertigdrehen.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minuten	Stk.
1.	Einrichten einschl. Spannbacken verstellen, Reitstock verstellen, Setzstock aufspannen, Zeichnung lesen, Werkzeug besorgen		100	
2.	Aufspannen und ausrichten			40
3.	Gegenspitze anbringen			3
Transport:			100	43

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.- Zeit	St.- Zeit in Minuten
	Transport:		100	43
4.	Maßkontrolle des gesamten Werkstückes			35
5.	Ansetzen, messen und drehen für Setzstock $L = 100$			15
6.	Setzstock umstellen und mit Schlitten vorfahren . . .			50
7.	Ansetzen, messen	T. 13		10
8.	$D = 400$ vordrehen, 2 Späne: $\frac{1100 \cdot 2}{10 \cdot 1,5}$	G. 30		147
9.	15er Radius vordrehen	T. 14		20
10.	Ansetzen und messen	T. 13		6
11.	$D = 450$ vordrehen, 1 Span: $\frac{500}{10 \cdot 1,5}$	G. 29		34
12.	30er Radius vordrehen	T. 14		33
13.	Ansetzen und messen	T. 13		7
14.	$D = 500$ vordrehen, 1 Span: $\frac{600}{10 \cdot 1,5}$	G. 29		40
15.	150er Radius vordrehen			50
16.	Ansetzen, messen und Geschwindigkeitswechsel . . .	T. 13		10
17.	$D = 600$ vordrehen, 1 Span: $\frac{1800}{7 \cdot 1,5}$	G. 29		172
18.	Ansetzen, messen und Geschwindigkeitswechsel . . .	T. 13		10
19.	$D = 550$ vordrehen, 1 Span: $\frac{100}{10 \cdot 1,5}$	G. 29		67
20.	150er Radius vordrehen, 1 Span			40
21.	Ansetzen und messen	T. 13		14
22.	$D = 500$ vordrehen, 2 Späne: $\frac{1000}{10 \cdot 1,5}$	G. 30		134
23.	Zwei 15er Radien vordrehen	T. 14		40
24.	Ansetzen und messen für Bund und Hals			15
25.	Bund und Hals drehen			45
26.	Ansetzen und messen	T. 13		8
27.	$D = 800$ vordrehen, etwa 100 lg.: $\frac{100}{5 \cdot 1,5}$	G. 29		14
28.	Ansetzen und messen	T. 13		10
29.	$D = 800$, fertigdrehen: $\frac{100}{5 \cdot 1}$	G. 29		20
30.	Ansetzen und messen	T. 13		10
31.	Stirnfläche $D = 800$ auf $D = 600$ drehen, 3 Späne: $(400 - 300) \cdot 3$	G. 40		60
32.	Ansetzen u. messen z. Schlichten f. Bund u. Hals . . .			15
33.	Bund und Hals schlichten			35
34.	100er Radius vor- und fertigdrehen			150
35.	Ansetzen und messen	T. 13		9
36.	$D = 500$ schlichten: $\frac{1000}{10 \cdot 1}$	G. 29		100
37.	Ansetzen und messen	T. 13		9
38.	$D = 550$ schlichten: $\frac{1000}{10 \cdot 1}$	G. 29		100
39.	Ansetzen und messen	T. 13		9,5
	Transport:		100	1586,5

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minuten	Stk.-Zeit
	Transport:		100	1586,5
40.	$D = 600$ schlichten: $\frac{1800}{7 \cdot 1}$	G. 29		258
41.	Ansetzen und messen	T. 13		9
42.	$D = 500$ schlichten: $\frac{600}{10 \cdot 1}$	G. 29		60
43.	Ansetzen und messen	T. 13		8,5
44.	$D = 450$ schlichten: $\frac{500}{10 \cdot 1}$	G. 29		50
45.	Ansetzen und messen	T. 13		8
46.	$D = 400$ schlichten: $\frac{1100}{10 \cdot 1}$	G. 29		110
47.	15er Radius schlichten an $D = 400$			20
48.	30er " " " $D = 450$			33
49.	1 \times 150er " " " $D = 500$ u. 550	T. 14		100
50.	2 \times 15er " " " $D = 500$			47
51.	$D = 400$, Lagerstelle schleifen	T. 16		240
52.	$D = 450$ feilen und schmirgeln			58
53.	$D = 500$ " " "	T. 15		73
54.	$D = 600$ " " "			165
55.	$D = 550$ " " "			120
56.	$D = 500$, Lagerstelle schleifen	T. 16		240
57.	Bund, Hals und Flansch schmirgeln			60
58.	Endkontrolle			40
59.	Setzstock umstellen, mit Schlitten vorfahren zum Endzapfen drehen			60
60.	Ansetzen und messen	T. 13		8
61.	$D = 250$ drehen, 2 Späne	G. 30		50
62.	$D = 250$ feilen und schmirgeln	T. 15		36
63.	Stirnseite hochziehen und messen			40
64.	Werkstück umspannen			50
65.	Setzstock verstellen		30	
66.	Etwas 50 mm Rand am Durchmesser des Flansches wegdrehen, 2 Späne: $\frac{50 \cdot 2}{5 \cdot 1}$	G. 30		25
67.	Ansetzen und Messen der Stirnfläche			15
68.	Stirnfläche $D = 800$ auf 350 mm drehen, 3 Späne: $(400 - 175)3$	G. 41		97
69.	Ansetzen und messen			10
70.	$D = 350$ Ansatz drehen, 3 Späne: $\frac{175 - 50 \cdot 3}{15 \cdot 1}$	G. 41		30
71.	$D = 350$, $L = 20$ Ansatz drehen u. Kanten brechen			30
72.	$D = 800$ feilen und schmirgeln	T. 15		40
73.	Ausspannen			30
74.	Setzstock wegstellen		30	
			160	3807
	Verlustzeit:			233
	Stückzeit:			4040

Man benötigt für 1 Stück: Einrichtezeit 160 Min.
 Stückzeit 4040 „
 Gesamtzeit $\frac{4040}{60} = 70$ Stunden.

Beispiel: 8 Werkstücke nach Abb. 39, 40 sind fertigzudrehen; die Stücke werden vorgedreht angeliefert. Werkstoff: Stahlguß, $K_z = 55$ kg; Gewicht des Stückes 800 kg. Das Gewinde muß sehr sauber und genau geschliffen werden. Die rechteckige Planfläche von 800×600 mm (1000 mm in der Diagonalen) wird geschlichtet, alle anderen Flächen werden geschlichtet und geschmirgelt. Gewählt wird: $v = 15$, $s = 1$, für die Planfläche $v = 21$, $s = 1,2$. Hieraus ergibt sich:

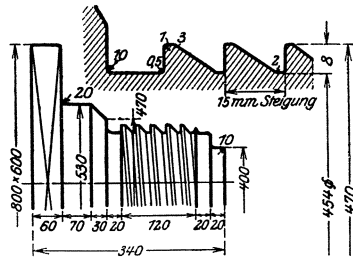


Abb. 39, 40.

für $D = 1000$ mm nach Taf. 3: $n = 4,78$, nach Maschinenkarte: $n = 5$
 $D = 550$ „ „ Taf. 3: $n = 8,68$, „ „ „ $n = 10$
 „ $D = 470$ „ „ Taf. 3: $n = 10,2$, „ „ „ $n = 10$

Für das Gewindeschneiden $D = 470$ wird gewählt: $n = 7$. Beim Schruppen der Planfläche wechselt man mehrmals die Geschwindigkeit, und zwar nimmt man von:

1000 bis 700 mm	$n = 5$
700 „ 480 „	$n = 7$
480 „ 320 „	$n = 10$
320 „ 240 „	$n = 15$
240 „ 0 „	$n = 20$.

Die Toleranzen sind: für $D = 454$ und 470 : $\pm \frac{1}{10}$, für alle übrigen Durchmesser: $\pm \frac{2}{10}$.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	Stk.-Zeit
1.	Einrichten einschl. Spannbacken verstellen, Wechselräder aufsetzen, Zeichnung lesen, Werkzeug besorgen		75	
2.	Einspannen und richten			40
3.	Ansetzen, messen und vier Geschw.-Wechsel.			15
4.	Planfläche, 1 Span, Schruppen: $\frac{500 - 350}{5.1} + \frac{350 - 240}{7.1}$ $+ \frac{240 - 160}{10.1} + \frac{160 - 120}{15.1} + \frac{120}{20.1}$	G. 40		63
5.	Ansetzen und messen	T. 13		8
6.	Planfläche, 1 Schlichtspan: $\frac{500}{7 \cdot 1,2}$	G. 36		60
Transport:			75	186

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.- Zeit in Minut.	St.- Zeit in Minut.
	Transport:		75	186
7.	Ausspannen			10
8.	Spannbacken verstellen		20	
9.	Einspannen und richten			30
10.	Ansetzen, richten und Geschw.-Wechsel			10
11.	Drehen der Planfläche diagonal 1000 auf $D = 530$ mm $500 - 350$ $350 - 265$ 1 Span: $\frac{500 - 350}{5 \cdot 1} + \frac{350 - 265}{7 \cdot 1}$	G. 40		42
12.	Ansetzen und messen	T. 13		12
13.	$D = 530, L = 70 + 30 = 100$ } $\frac{100 \cdot 2}{10 \cdot 1}$ 1 Schrupp- u. 1 Schlichtspan)	G. 30		20
14.	Ansetzen und messen	T. 13		12
15.	$D = 470, L = 180, 1$ Schrupp- und 1 Schlichtspan: $\frac{180 \cdot 2}{10 \cdot 1}$	G. 30		36
16.	Ansetzen und messen	T. 13		11
17.	$D = 470$ auf 400 plandrehen und $D = 400$ lang drehen: $\frac{35}{10 \cdot 0,15} + \frac{235 - 200}{10 \cdot 0,75}$	G. 29 G. 40		28
18.	Ansetzen und messen	T. 13		12
19.	$D = 454$ drehen, 2 Späne: $\frac{20 \cdot 2}{10 \cdot 1}$	G. 30		4
20.	Schlitten umstellen			3
21.	Ansetzen und messen zum Drehen der Kegelfläche am 530er Durchmesser			12
22.	Kegel andrehen, 5 Späne: $\frac{40 \cdot 5}{20 \cdot 0,5}$	G. 30		20
23.	Ansetzen und messen	T. 13		12
24.	Gew. hinterstechen, 8 mm tief, 2 Späne: $\frac{8 \cdot 2}{15 \cdot 0,1}$	G. 44		11
25.	Ansetzen und messen für $D = 400$, Planfläche	T. 13		8
26.	$D = 400$, Planfläche drehen und lang drehen, 2 Späne $\left(\frac{200 - 120}{15 \cdot 1} + \frac{120}{20 \cdot 1}\right) \cdot 2$	G. 29 G. 40		23
27.	10er Radien drehen am 400er und 454er Durchm. je einmal	T. 14		46
28.	10er Radien drehen am 400er und 454er Durchm. je dreimal	T. 14		60
29.	20 Radius drehen am 530er Durchm., einmal	T. 14		55
30.	Gewindesteigung kontrollieren		10	
31.	Gew. schneiden $\frac{(120 + 50) \cdot 78}{7 \cdot 15} \cdot 2 + 78 \cdot 0,35$	G. 44 T. 18		280
32.	Messen und Schmirgeln des Gewindes			25
33.	$D = 530$ mm und Schräge feilen und schmirgeln			30
34.	Ausspannen			15
			105	1013
Verlustzeit:				47
Stückzeit:				1060

Man benötigt für:	1 Stück	8 Stück
Einrichtezeit	105 Min.	105 Min.
Stückzeit	1060 „	8480 „
Gesamtzeit	<u>1165 Min.</u>	<u>8585 Min.</u>

Bei gleichzeitiger Bearbeitung von 8 Stück braucht man also pro Stück = 1073 Minuten oder rund 17 Stunden.

II. Senkrecht-Drehbänke

(sog. Karussell-Drehbänke).

Für die Beantwortung der Frage, ob ein Werkstück auf der gewöhnlichen oder auf der Senkrecht-Drehbank bearbeitet werden soll, sind dieselben Erwägungen maßgebend, die zur Entwicklung dieser Maschinenart geführt haben: das Aufspannen großer Werkstücke an Planscheiben mit wagrechter Achse ist sehr zeitraubend, bei schweren Werkstücken auch sehr umständlich, die Planscheibe ist dann oft ganz bepflanzt mit Schrauben und Spanneisen. Die Arbeitsspindel und das vordere Lager

werden stark beansprucht, es entsteht leicht ein Hängen der Planscheibe und die Arbeit wird ungenau.

Diese Übelstände sind nicht vorhanden, wenn derartige Werkstücke an der als Drehtisch mit senkrechter Achse ausgebildeten Planscheibe einer Senkrecht-Drehbank aufgespannt werden.

Die Arbeitsvorgänge des Lang- und Plandrehens sowie des Kegeligdrehens sind im übrigen dieselben wie bei der gewöhnlichen Drehbank. Der Spindelstock mit dem Antrieb des Drehtisches liegt im Maschinenbett, während die Werkzeuge einen Vorschub sowohl parallel als auch senkrecht und, zum Kegeligdrehen, auch schräg zur Achse des Drehtisches und Werkstückes ausführen können. Der an dem senkrecht verstellbaren Querbalken angeordnete, sowohl senkrecht wie wagrecht verschiebbare Werkzeugträger ist sehr oft als Revolverkopf ausgebildet, so daß man Bohrungen nicht nur ausdrehen, sondern auch ausbohren und ausreiben kann; diese Maschinen arbeiten deshalb besonders wirtschaftlich in der Reihenfertigung. Zudem sind häufig nicht nur am Querbalken mehrere

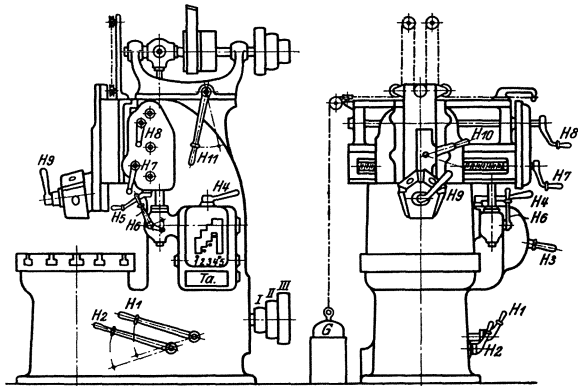


Abb. 41.

Abb. 42.

Werkzeugträger vorgesehen, sondern es sind auch noch unabhängig davon seitliche Werkzeugschlitten angebracht, so daß man gleichzeitig mit mehreren Stählen arbeiten kann.

Diese zeitliche Überlagerung von Arbeitsgängen ist bei der Vorkalkulation von Arbeiten auf Senkrecht-Drehbänken zu beachten. Im übrigen sind zur Bestimmung der Laufzeiten dieselben Gleichungen verwendbar, wie bei den gewöhnlichen Drehbänken.

Senkrecht-Drehbank, Abb. 41, 42.

Durchmesser des Drehtisches 800 mm.

Der Revolverkopf hat Aufnahmen für fünf Werkzeuge. Tabelle 25/26 enthält die Angaben der Maschinenkarte.

Tabelle Nr. 25/26.
Geschwindigkeits-Tabelle.

Hebelstellung		Stufenscheibe	Spindelumd. in d. Minute	Schnittgeschwindigkeit in m/Min.																
				8	10	12	14	16	18	20	22	24	26							
H. 1	H. 2	Durchmesser des Arbeitstücks mm																		
unten	unten	III	3	850																
"	"	II	7	365	450	550	640	730	820											
"	"	I	10	255	320	380	445	510	570	640	700	760	825							
oben	"	III	12	210	265	318	370	423	476	530	582	635	690							
"	"	II	18	140	180	212	247	282	320	352	390	425	460							
"	"	I	20	127	160	190	222	255	286	318	350	380	412							
unten	oben	III	25	100	130	153	178	205	230	255	280	305	330							
"	"	II	35		90	110	127	145	164	180	200	220	236							
"	"	I	50			70	84	95	108	120	132	144	156							
oben	"	III	60				75	85	95	107	118	128	140							
"	"	II	80						72	80	88	96	102							
"	"	I	100								70	76	83							

Vorschub-Tabelle.

Hebelstellung		Längs-Vorschub s. i. eine Spindelumd.	Spindelumd. i. d. Minute											
			3	7	10	12	18	20	25	35	50	60	80	100
H. 4	H. 3	Längs-Vorschub in mm i. d. Minute												
←	1	0,5	1,5	3,5	5,0	6,0	9	10	12,5	17,5	25	30	40	50
←	2	0,7	2,1	4,9	7	8,4	12,6	14	17,5	24,5	35	42	56	70
←	3	1,0	3	7	10	12	18	20	25	35	50	60	80	100
←	4	1,4	4,2	9,8	14	16,8	25	28	35	49	70	84	112	140
←	5	2	6	14	20	24	36	40	50	70	100	120	160	200
→	1	3	9	21	30	36	54	60	75	105	150	180	240	300
→	2	4	12	28	40	48	72	80	100	140	200	240	320	400
→	3	6	18	42	60	72	108	120	150	210	300	360	480	600
→	4	8	24	56	80	96	144	160	200	280	400	480	640	800
→	5	12	36	84	120	144	216	240	300	420	600	720	960	1200

Beispiel: Es sind 10 Werkstücke nach Abb. 43 allseitig zu bearbeiten. Werkstoff: S.-M.-Stahl, $K_z = 50$ kg. Toleranz i. d. Bohrung: $\pm 0,01$ mm. im Außendurchmesser: $\pm 0,1$ mm, in den übrigen Flächen: 0,5 mm. Die Stücke werden mit 62 mm vorgebohrt angeliefert.

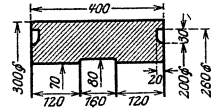


Abb. 43.

Man wählt:

- Für $D = 300$, Schruppen: $v = 18, s = 1, i = 2$, also $n = 18$
- „ $D = 300$, Schlichten: $v = 21, s = 0,7, i = 1$, „ $n = 21$
- „ Eindreungen mit Einstechstahl: $v = 16, s = 0,1, i = 3$, „ $n = 18$
- „ $Di = 70$, Schruppen: $v = 15, s = 0,7, i = 4$, „ $n = 60$
- „ $Di = 70$, Schlichten: $v = 15, s = 0,5, i = 2$, „ $n = 60$
- „ $Di = 80$: $v = 15, s = 0,5, i = 2$, „ $n = 60$
- „ Stirnflächen, Schruppen: $v = 18, s = 1$ (bzw. 2), $i = 1$, „ $n = 18$
- „ Stirnflächen, Schlichten: $v = 18, s = 0,5, i = 1$, „ $n = 18$

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	Stk.
1.	Einrichten		40	
2.	Einspannen und richten			10
3.	Ansetzen und messen, 2 mal	T. 13		8
4.	300er \varnothing , 2 Schruppspäne: $\frac{420 \cdot 2}{18 \cdot 1}$	G. 30		46,7
5.	Ansetzen und messen	T. 13		3
6.	Stirnfläche, 1 Schruppspan: $\frac{150 - 30}{18 \cdot 1}$	F. 40		6,7
7.	Ansetzen und messen	T. 13		8
8.	Eindreuen, 20 mm tief, $\frac{20 \cdot 3}{18 \cdot 0,1}$	G. 29		33,3
9.	Ansetzen und messen	T. 13		12
10.	Bohrung $Di = 70$ mm, 4 Späne: $\frac{420 \cdot 4}{60 \cdot 0,7}$	G. 30		40
11.	Ansetzen zur Aussparung in der Bohrung	T. 13		5
12.	Aussparung $Di = 80$ mm, 2 Späne: $\frac{160 \cdot 2}{60 \cdot 0,5}$	G. 30		10,7
13.	Ansetzen und messen	T. 13		10
14.	Bohrung schlichten: $\frac{120 + 120}{60 \cdot 0,5} \cdot 2$	G. 30		16
15.	Ansetzen und messen	T. 13		3
16.	Stirnfläche schlichten, 1 Span: $\frac{150 - 130}{18 \cdot 0,5} + \frac{100 - 35}{18 \cdot 0,5}$	G. 40		9,4
17.	Ansetzen und messen	T. 13		7
18.	300er \varnothing schlichten, 1 Span: $\frac{400}{20 \cdot 0,7}$	G. 29		28,6
19.	300er \varnothing feilen, Ecken mit Feile abstoßen			25
20.	Ausspannen und wenden			12
21.	Ansetzen und messen	T. 13		5
22.	Stirnfläche, 2 Schruppspäne: $\frac{150 - 35}{18 \cdot 1} \cdot 2$	G. 41		12,8
Transport:			40	312,2

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	St.-Zeit
	Transport:		40	312,2
23.	Ansetzen und messen	T. 13		8
24.	Eindrehen, 20 mm tief: $\frac{20 \cdot 3}{18 \cdot 0,1}$	G. 30		33,8
25.	Ansetzen und messen	T. 13		3
26.	Stirnfläche schlichten: $\frac{150 - 130}{18 \cdot 0,5} + \frac{100 - 35}{18 \cdot 0,5}$	G. 40		9,4
27.	Ansetzen und messen	T. 13		5
28.	Rand vom Einspannen am 300er \varnothing drehen: $\frac{40 \cdot 3}{18 \cdot 0,5}$	G. 30		12,5
29.	Rand feilen und die andern Flächen abstoßen.			10
30.	Endrevision und Ausspannen			8
			40	401,9
	Verlustzeit:			39,1
	Stückzeit:			441,0

Man braucht also für	1 Stück	10 Stück
Einrichtezeit	40 Min.	40 Min.
Stückzeit	441 „	4410 „
Gesamtzeit	481 Min.	4450 Min.

Also bei gleichzeitiger Bearbeitung von 10 Stück je Stück = 445 Minuten.

Senkrecht-Drehbank,

Drehtischdurchmesser 2000 mm.

Die Maschine ist mit zwei Werkzeughaltern versehen, so daß bei Bearbeitung größerer Flächen wesentliche Ersparnisse an Zeit erzielt werden können.

Laut Maschinenkarte sind die Umlaufzahlen:

$$n = 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 20, 25, 30, 40, 50$$

und die Vorschübe:

$$s = 0,5, 0,8, 1,0, 1,5, 2, 3, 4,5, 7, 12, 18.$$

Beispiel: Die vier vorgedreht angelieferten Werkstücke nach Abb. 44 sollen nach den Maßen der Abb. 45 allseitig bearbeitet werden. Werk-

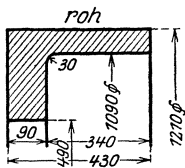


Abb. 44.

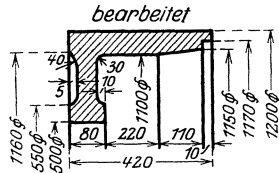


Abb. 45.

stoff: Nickel-Stahl, $K_2 = 80$ kg. Die Werkstücke werden nacheinander zuerst sämtlich an der offenen Seite eingespannt. Hierbei wird mit einem

Werkzeug die Eindrehung ($D = 1160$ bis 550 mm) und gleichzeitig mit einem anderen Werkzeug sowohl die Bohrung ($B = 500$) als auch die Stirnfläche ($D = 1200$ bis 1160 und 550 bis 500) bearbeitet. Dann werden die Stücke umgespannt, mit der Bohrung auf ein Futter genommen und von der anderen Seite bearbeitet, wobei wieder nach Möglichkeit beide Werkzeughalter benutzt werden.

Gewählt wird:

- Für das Schruppen: $v = 7,2, s = 1,5$
- „ „ Schlichten: $v = 9, s = 1,0$ und $1,5$
- „ „ Einstechen der Eindrehung: $v = 4,5, s = 1,5$.

Die Schnittgeschwindigkeit $v = 4,5$ für das Einstechen ist so niedrig gewählt, weil nur ein Span genommen wird. Mit andern Worten: Die Spanntiefe läßt keine größere Geschwindigkeit zu.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minuten	Stk.-Zeit
1.	Einrichten		40	
2.	Einspannen und richten			16
3.	Ansetzen u. messen für Eindrehung an Stirnfläche .	T. 13		5
4.	Eindrehung $D = 1160$ bis 550 mm an Stirnfläche, 1 Span, $v = 4,5: \frac{580 - 275}{2 \cdot 1,5}$	G. 40		101,7
5.	Während dieser Zeit wird mit dem zweiten Stößel angesetzt und die Bohrung 500 mm, 90 lg. mit 2 Spänen ausgedreht			
6.	Ansetzen und messen für Stirnfläche, $D = 500$ bis 550 und 1160 bis 1200			
7.	Stirnfläche $D = 500$ bis 550 und 1160 bis 1200 mm, Schruppschnitt: $\frac{275 - 250}{4 \cdot 1,5} + \frac{600 - 580}{2 \cdot 1,5}$ Der 1. Span für Eindrehung ist während dieser Zeit durchgelaufen, man muß also, um die Tiefe von 5 mm einhalten zu können, erst mit dem 2. Stößel die Stirnfläche schlichten.		wird nicht berechnet, da alles während der Zeit des Durchlaufens von $D = 1160$ bis 550 mm gemacht werden kann.	
8.	Ansetzen und messen für Schlichtschnitt	T. 13		5
9.	1 Schlichtschnitt $D = 1200$ bis $1160 = \frac{600 - 580}{2,1}$	G. 40		10
10.	Ansetzen und messen für Eindrehen			5
11.	Eindrehen $D = 1160$ bis 550 mm, 1 Schlichtschnitt: $\frac{580 - 275}{4 \cdot 1}$	G. 40		76,3
12.	Während des Durchlaufens dieser Fläche wird der Rand $D = 550$ bis 500 mm geschlichtet, der Stahl umgespannt und die Bohrung $D = 500$ mm geschlichtet			
13.	Ansetzen und messen			
14.	Bohrung 500 mm, 1 Schlichtspan			
15.	2 Radien drehen			30
16.	Ansetzen und messen, um den inneren Rand $D = 500$ bis 560 mm zu drehen			8
Transport:			40	257

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.- Zeit in Minut.	Stk.- Zeit in Minut.
	Transport:		40	257
17.	2 Schlichtschnitte $D = 500$ bis 560 : $\frac{280 - 250}{6 \cdot 1} \cdot 2$. . .	G. 41		10
18.	Messen und ausspannen			10
19.	Futterklötze aufspannen und andrehen		70	
20.	Werkstück wenden, einspannen und richten			25
21.	Ansetzen und messen	T. 13		10
22.	1 Schruppschnitt, $1200 \varnothing$, 420 mm lg.: $\frac{420}{2 \cdot 1,5}$	G. 29		140
23.	Nachdem der Schruppspan angesetzt ist, wird an der Stirnseite angesetzt, gemessen und 2 Späne von $D = 1200$ bis 1090 genommen, dann der 2. Stößel schräg gestellt, angesetzt, gemessen und Kegel mit 4 Spänen gedreht, wovon 2 nur etwa 60 mm lang, die andern 2 Späne 120 mm lang laufen: $\frac{60 \cdot 2}{2 \cdot 1,5} \cdot 2 + \frac{120 \cdot 2}{2 \cdot 1,5} \cdot 2$. Alle unter Arbeitsgang 23 angeführten Arbeiten beanspruchen 185 Minuten, da aber der Schruppschnitt im Arbeitsgang 22 nur 140 Min. beansprucht, so sind $185 - 140 = 45$ Min. einzusetzen, hierzu kommen noch 5 Min. für Leerlauf und Rückweg			
24.	Ansetzen und messen für Schlichtschnitt	T. 13		50
25.	1 Schlichtschnitt, $1200 \varnothing$, 420 mm lg.: $\frac{420}{2 \cdot 1,5}$	G. 29		13
26.	Während des Durchmesserschlichtens wird die Bohrung von 1100 mm und die Eindrehung im Grunde mit einem ersten Span überdreht. Da diese Arbeiten 170 Min. beanspruchen, so sind nur 30 Min. davon einzusetzen			140
27.	Ansetzen und messen für 2. Span der Eindrehung im Grunde	T. 13		30
28.	Schlichtspan für die Eindrehung $D = 1100$ bis 550 mm: $\frac{550 - 275}{4 \cdot 1}$	G. 40		6
29.	2 Radien drehen			68,8
30.	Ansetzen und messen	T. 13		40
31.	Versatzung am äußeren Rand $D = 1150$ bis 1170 mm drehen, 2 Späne: $\frac{585 - 575}{4 \cdot 1} \cdot 2$	G. 41		8
32.	Revision und abspannen			50
			110	867,8
	Verlustzeit:			57,2
	Stückzeit:			925,—

Man benötigt für	1 Stück	4 Stück
Einrichtezeit	110 Min.	110 Min.
Stückzeit:	925 „	$4 \cdot 925 = 3700$ „
Gesamtzeit	1035 Min.	3810 Min.

Also bei Bearbeitung von 4 Stück pro Stück = 953 Minuten.

Beispiel: Drei Werkstücke nach Abb. 46 sollen vordreht, dann mit Lagermetall ausgegossen und schließlich fertig gedreht werden. Werkstoff: Gußeisen K_2 , = 15 kg; Rohgewicht = 600 kg mit allseitiger Zugabe von $5 \div 10$ mm. Toleranzen: Kegel auf Maß, Bohrung $\pm \frac{1}{10}$ mm, alles übrige $\pm \frac{3}{10}$ mm. Schnittgeschwindigkeiten: $v = 12, 15$ bzw. 40,5 m. Vorschübe $s = 1,0, 1,5$ und 2 mm.

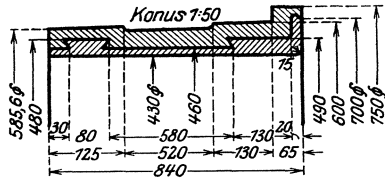


Abb. 46.

Beim Vordrehen wird zuerst jedes Stück am 50er Durchmesser eingespannt und es werden an jedem Stück die folgenden Arbeiten nacheinander ausgeführt: Flansch $D = 750$ mm auf 1 mm vordrehen, Bohrung etwa 150 mm lg. mit einem Span ausdrehen, Schwabenschwanz hinterstechen. Dann werden alle Werkstücke nacheinander auf der Flanschseite eingespannt und die dann folgenden Vorgänge werden an jedem Stück nacheinander ausgeführt. Wo zugänglich, wird mit beiden Werkzeugschlitten gearbeitet.

A. Vordrehen.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minuten	Stk.-Minuten
1.	Einrichten (Auffahren des Querbalkens, Verstellen der Spannbacken, Werkzeug und Zeichn. besorgen)		50	
2.	Aufspannen und richten			30
3.	Ansetzen und messen für 750er Durchmesser	T. 13		14
4.	750er Durchmesser drehen, 2 Späne, $v = 15: \frac{65 \cdot 2}{6 \cdot 1}$	G. 30		21,7
5.	Während der 750er \varnothing überdreht wird, wird für die Stirnfläche $D = 750$ bis 700 angesetzt und gemessen, dann 2 Späne genommen, dann angesetzt, gemessen und 1 Span für $D = 490$ auf 700 genommen:		Wird nicht berechnet, da diese Arbeit während des Drehens von Außendurchmesser und Bohrung ausgeführt wird.	
6.	Ansetzen und messen für Bohrung $Di = 490$	T. 13		7,0
7.	Bohrung $Di = 490$ ausdrehen, 1 Span, $v = 15: \frac{10 \cdot 1,5}{10 \cdot 1,5}$	G. 29		10
8.	Stahl umspannen und Hinterstechen des Schwabenschwanzes in der Bohrung $Di = 490$			10
9.	Stahl umspannen und Hinterstechen des Schwabenschwanzes an der Stirnfläche $D = 700$			10
10.	Ausspannen, wenden, einspannen und richten			35
11.	Ansetzen und messen für Bohrung $Di = 460$	T. 13		7
12.	Bohrung $D = 460$ ausdrehen, 1 Span, $v = 15$, etwa 620 lg.: $\frac{620}{10 \cdot 1,5}$	G. 29		41,4
13.	Ansetzen und messen: 3 Minuten			
14.	Stirnfläche $D = 460$ bis 585,6 mm mit 2 Spänen überdrehen: $\frac{300 - 230}{10 \cdot 1,5} \cdot 2 = 9,3$ Min.			

Transport: 50 186,1

Nr.	Arbeitsfolge	G. oder T.	E.-Zeit in Minut.	Stk.-
	Transport:		50	186,1
15.	Während die Bohrung $D = 490$ gedreht wird, stellt man den 2. Stößel schräg, setzt an und mißt 15 Minuten			
16.	Äußere Kegelfläche $D = 585,6$ bis $700 \text{ mm } \varnothing$ mit 3 mm Zugabe drehen, 1 Span $v = 15$, etwa 260 mm lg. $(130 + 125)$; $\frac{260}{10 \cdot 1,5} = 17,33$ Min.			
17.	Stahl umspannen und ansetzen, um Fläche $D = 700$ auf 750 zu drehen, 5 Min. Die Zeiten der Arbeitsgänge 13—17 zus. gezählt ergeben: $3 \text{ Min.} + 9,3 + 15 + 17,33 + 5 = 49,63$ Min. Da aber die Laufzeit unter 12. 41,4 Min. beträgt, so muß die Differenz $49,63 - 41,4$ in Rechnung gestellt werden.			8,23
18.	Fläche $D = 700$ auf 750 mm drehen.			10
19.	Mit dem Stößel, der die Bohrung ausdreht, zurückfahren, Span auf $D = 480$ ansetzen u. drehen: 80 $\frac{80}{10 \cdot 1,5}$	G. 29		8
20.	Stahl umspannen und Schwalbenschwanz hinterstecken			20
21.	Ausspannen			10
22.	Stößel wieder in Anfangsstellung bringen			5
	Verlustzeit:		50	247,33
	Stückzeit:			23
				270,33

Zum Vordrehen benötigt man also für:

	1 Stück	3 Stück
Einrichtezeit	50 Min.	50 Min.
Stückzeit	270 „	810 „
	320 Min.	860 Min.

Bei Bearbeitung von 3 Stück ist die Gesamtzeit für ein Stück = 286,6 Min.

B. Fertigdrehen nach dem Ausgießen.

Nr.	Arbeitsfolge	G. oder T.	E.-Zeit in Minut.	Stk.-
1.	Einrichten		50	
2.	Am Flansch aufspannen und richten			20
3.	Ansetzen und überstehendes Lagermetall an der Stirnseite abdrehen, etwa 6 Späne			15
4.	Ansetzen und messen für Bohrung			20
	Transport:		50	55

Nr.	Arbeitsfolge	G. oder T.	E.-Zeit in Minut.	Stk.-Zeit
	Transport:		50	55
5.	Bohrung $D = 430$, $L = 840$ mm mit 5 Spänen ausdrehen, $v = 40,5$, $s = 1,5$; beim letzten Span $s = 2$ mm: $\frac{840 \cdot 3}{30 \cdot 1,5} + \frac{840}{30 \cdot 2}$	G. 29 u. 30		70
6.	Lagermetallspäne entfernen			4
7.	Ansetzen und messen für Stirnseite	T. 13		4
8.	Stirnseite $D = 586$ bis 430 mm, 1 Span: $\frac{293 - 215}{10 \cdot 1,0}$	G. 40		7,8
9.	Zweiten Stößel schräg stellen, ansetzen und messen		30	10
10.	Kegel drehen, 5 Späne, $s = 1,5$, beim letzten Span $= 1$ mm: $\frac{255 \cdot 4}{8 \cdot 1,5} + \frac{255}{8 \cdot 1}$	G. 29 u. 30		117
11.	Ecke 700 auf 750 einstechen (Stahl im 2. Stößel ist umgespannt worden, während der Kegel gedreht wurde)			8
12.	Kegel leicht befeilen			20
13.	Messen			5
14.	Ausspannen, wenden, einspannen und richten			30
15.	Ansetzen u. messen für $D = 750$ u. für die Stirnseite			10
16.	$D = 750$, $L = 65$ wird gedreht, während die Stirnseite gedreht wird.			
17.	Stirnseite $D = 750$ auf 430 drehen, 1 Span: $\frac{375 - 215}{6 \cdot 1}$	G. 40		26,7
18.	Stahl umspannen und Radius andrehen			15
19.	$D = 750$ und Stirnseite schmirgeln			25
20.	Messen und ausspannen			10
21.	Stößel in Anfangsstellung bringen		10	
	Verlustzeit:		90	417,5
	Stückzeit:			22,5
				440,0

Zum Fertigdrehen braucht man für:

	1 Stück	3 Stück
Einrichtezeit	90 Min.	90 Min.
Stückzeit	440 „	1320 „
	<u>530 Min.</u>	<u>1410 Min.</u>

Bei Bearbeitung von 3 Stück pro Stück = 470 Minuten.

Zum Vor- und Fertigdrehen würde man also benötigen:

	1 Stück	3 Stück
Vordrehen	50 + 270 Min.	50 + 810 Min.
Fertigdrehen	90 + 440 „	90 + 1320 „
Gesamtzeit je Stück:	140 + 710 = 850 Min.	$\frac{140 + 2130}{3} = 757$ Min.

Senkrecht-Drehbank,

Drehtisch-Durchmesser 4000 mm.

Am Querbalken befinden sich zwei Werkzeugschlitten, außerdem ist an der rechten Seite des Ständers ein Seitenschlitten vorgesehen. Sämtliche Schlitten können voneinander unabhängig und selbsttätig sowohl wagerecht als auch senkrecht vorgeschoben werden. Zum raschen Ansetzen der Werkzeuge dienen Schnellverstellungen. An den Spindeln und Schlitten sind Skalen zum Ablesen von Zehntel-Millimetern angebracht, so daß hier das häufige Nachmessen am Stück während der Bearbeitung gespart werden kann. Der Antrieb erfolgt durch einen regelbaren Motor mit Druckknopfsteuerung, so daß das Ein- und Ausrücken sowie die Änderung der Umlaufzahl sehr kurze Zeit erfordert.

Umlaufzahlen: $n = 0,3, 0,6, 1,0, 1,5, 2,2, 3, 6, 8, 10, 12, 14$.Vorschübe: $s = 0,5, 0,8, 1,2, 1,5, 2, 4, 6, 10, 15, 20$.

Durch Zeitbeobachtung sind die Werte der folgenden Tabelle 27 gefunden worden:

Tabelle Nr. 27.

Senkrecht-Drehbank, Drehtisch = 4000 mm.

Einrichtezeiten in Minuten.

Verstellen des Querbalkens einschl. Lösen und Festziehen der Schrauben	400 mm 20 Min.	1000 mm 25 Min.	1800 mm 30 Min.
Wagerechtes Verstellen und Feststellen eines Schlittens am Querbalken	4000 mm 15 Min.	1800 mm 10 Min.	1000 mm 7 Min.
Schrägstellen und Feststellen eines Schlittens zum Kegeldrehen um	20° 5 Min.	40° 7 Min.	60° 10 Min.
Senkrechtes Verstellen und Feststellen des Seitenschlittens	400 mm 5 Min.	600 mm 7 Min.	1500 mm 10 Min.
Einsetzen von 4 Spannbacken auf Durchmesser von	2000 mm 35 Min.	3000 mm 30 Min.	4000 mm 25 Min.
Verstellen von 4 Spannbacken um	800 mm 10 Min.	1000 mm 15 Min.	2000 mm 20 Min.
Ausspannen von 4 Spannbacken einschl. Entfernung der Späne aus den T-Nuten . . .	2000 mm 30 Min.	3000 mm 25 Min.	4000 mm 20 Min.
Versetzen und anziehen von 4 Futterklötzen um	1000 mm 30 Min.	1500 mm 30 Min.	2000 mm 35 Min.
Ausspannen von 4 Futterklötzen einschl. Entfernung der Späne aus den T-Nuten . . .	2000 mm 25 Min.	3000 mm 22 Min.	4000 mm 20 Min.
Einsetzen von Bohrstange oder Stoßwerkzeug	25 Min.		
Ausspannen von Bohrstange oder Stoßwerkz.	20 Min.		

Beispiel: An zwei Werkstücken nach Abb. 47, 48 sollen die Flächen a, b, c, d, e und f bearbeitet werden. Werkstoff: Grauguß. Man wählt $v = 12$. $s = 2$ bzw. 6.

Das Werkstück wird am Außenflansch eingespannt, und es werden die Flächen a, b, c, d an jedem Werkstück nacheinander bearbeitet. Dann

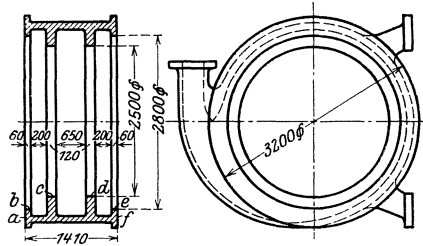


Abb. 47/48.

werden die Stücke umgespannt und die Flächen f und e nacheinander bearbeitet.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	Stk.
1.	Einrichten (Querbalken und Senkrecht-Schlitten einstellen, 4 Spannbacken verstellen, Werkzeug und Zeichnung besorgen		60	
2.	Einspannen und richten			90
3.	Ansetzen und messen für Fläche „a“			15
4.	Fläche „a“ drehen (3200 auf 2800), je ein Schruppspan mit je einem Stahl. Nachdem ein Stahl 25 mm auf der Fläche voran ist, folgt man mit dem zweiten Stahl nach: $\frac{1600 - 1400}{1,5 \cdot 2}$	G. 40		75
5.	Ansetzen und messen für Fläche „b“			20
6.	Fläche „b“ je ein Schruppspan mit je einem Stahl, wie oben: $\frac{60 + 25}{1,5 \cdot 2}$	G. 29		29
7.	Ansetzen und messen für Flächen „c—d“			25
8.	Drehen der Flächen „c—d“, je ein Schruppspan mit je einem Stahl, wie oben: $\frac{120 \cdot 2 + 25}{1,5 \cdot 2}$	G. 29		89
9.	Ansetzen und messen für Schlichtspan, Flächen „c—d“			15
10.	1 Schlichtspan, s = 6 mm: $\frac{120 \cdot 2}{1,5 \cdot 6}$	G. 29		27
11.	Ansetzen und messen für Fläche „b“			18
12.	Während der Schlichtspan für Fläche „b“ läuft, wird angesetzt und die Fläche „a“ mit einem Schlichtspan schnell überdreht. Demnach braucht man nur die Zeit für die größere Fläche in Rechnung zu stellen: $\frac{1600 - 1400}{1,5 \cdot 6}$	G. 40		23
13.	An den Flächen „c“ und „d“ je 2 Kanten anschrägen			25
14.	Messen			30
15.	Ausspannen (auch das 2. Stück wird soweit fertiggestellt und dann werden alle beide von der andern Seite bearbeitet). Wenden, Futterklötze aufspannen und andrehen, Werkstücke einspannen . . .		70	140
Transport:			130	621

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	Stk.-Zeit
	Transport:		70	621
16.	Ansetzen und messen für Fläche „f“			20
17.	Fläche „f“ drehen, wie oben: $\frac{(1600 - 1400) + 25}{1,5 \cdot 2}$	G. 40		75
18.	Ansetzen und messen für Fläche „e“			20
19.	Fläche „e“ drehen, wie oben: $\frac{60 + 25}{1,5 \cdot 2}$	G. 29		29
20.	Ansetzen und messen für Fläche „f“			18
21.	Schnellschlichtspan für Fläche „f“: $\frac{1600 - 1400}{1,5 \cdot 6}$	G. 40		23
22.	Messen, ausspannen des Werkstückes			60
23.	Futterklötze ausspannen, Maschine säubern		30	
			160	866
	Verlustzeit:			44
	Stückzeit:			910

Man benötigt für:

	1 Stück	2 Stück
Einrichtezeit	160 Min.	160 Min.
Stückzeit	910 „	1820 „
Gesamtzeit	1070 Min.	1980 Min.

Bei Bearbeitung von 2 Stück also je Stück: 990 Minuten.

III. Revolverbänke.

a) Revolverbankwerkzeuge; Berechnung der Laufzeiten.

Die Maschinen sind ausschließlich zur Massenfertigung solcher Werkstücke bestimmt, an denen verschiedene Bearbeitungsarten wie Schruppen, Schlichten, Bohren, Reiben, Gewindeschneiden und Abstechen vorgenommen werden sollen. Der sonst so zeitraubende Werkzeugwechsel wird hier auf das während des Zurückziehens erfolgende Drehen des Revolverkopfes beschränkt. Bei Stangenarbeiten, für die die Bänke vorzugsweise geschaffen sind, wird das Ein-, Um- und Ausspannen des Werkstückes durch das während des Ganges erfolgende Vorschieben und Festhalten der Stange ersetzt; die Bänke sind jedoch auch für Futterarbeiten eingerichtet.

Ein Nachstellen der Maschine bzw. der Anschläge und Werkzeuge während der Bearbeitung einer größeren Anzahl von Werkstücken ist jedoch nicht immer zu vermeiden, da infolge langer Arbeitszeiten oder besonderer Härte des Werkstoffes eine größere Abnutzung der Werkzeuge eintritt, so daß die Abmessungen dann kleine Unterschiede aufweisen. Diese Verlustzeiten sollen ein gewisses Maß nicht überschreiten, sie

müssen aber bei Berechnung der Gesamtzeiten berücksichtigt werden. Zu berücksichtigen ist ferner auch das zuweilen auftretende Werfen der Rohstange und die damit verbundene Erzitterung der Maschine.

Bei den Revolverbänken wird die Stange durch die ausgebohrte Arbeitsspindel von hinten her eingeführt und zur besseren Führung durch ein hinteres Lager unterstützt. Das Verschieben des Werkstoffes bis zur Endstellung, bestimmt durch einen Anschlag, erfolgt während des Ganges der Maschine. Nach dem Festklemmen der Stange kann dann die Bearbeitung beginnen. Werden lange Stücke fliegend bearbeitet, so ist man genötigt, das vordere Stangenende für die Aufnahme des mitgehenden Setzstockes anzudrehen, da man ohne dessen Verwendung bei starken Schrumpspanen Gefahr läuft, kegelige statt zylindrische Arbeitsstücke zu erhalten.

An Stelle des Stichelhauses mit Gegenhalter wird auch oft ein Hohlfräser angewendet, wenn es sich nicht um die Bearbeitung von Stücken mit großer Genauigkeit handelt. Zum Gewindeschneiden bedient man sich des Schneideisens oder häufiger des selbstöffnenden Gewindeschneidkopfes. Zum Abstechen des Arbeitsstückes besitzen die Revolverbänke eine Abstechvorrichtung, die am Revolverkopf befestigt wird, oder sie sind mit einem einfachen oder doppelten Querschlitzen mit Stichelhaus ausgerüstet.

Die Revolverbank ersetzt in gewissem Sinne die Kunstfertigkeit des gelernten Drehers und kann durch einen angelernten Arbeiter bedient werden, der nach einiger Zeit auch imstande ist, die Maschine selbst einzurichten. In anderen Fällen besorgt ein besonderer Einrichter für eine Gruppe von Revolverdrehern das Einrichten der Maschinen. Für selbsttätige Revolverbänke, z. B. Schrauben- oder andere Vollautomaten, rechnet man zur Bedienung einer Gruppe von 8—10 Maschinen einen Einrichter und einen angelernten Arbeiter; bei Halbautomaten ist dieselbe Bedienungsmannschaft schon bei einer Gruppe von 3—4 Maschinen nötig.

Beim Berechnen der Stücklöhne ist also zu beachten, daß ein Mann mehrere Maschinen bedienen kann.

Zur Berechnung der Laufzeiten für die Revolverdrehbänke können im wesentlichen dieselben Gleichungen verwendet werden wie für die gewöhnlichen Drehbänke. Dies gilt besonders für das Langdrehen und das Plandrehen.

Das **Abstechen** ist im Grunde genommen nichts anderes als ein Plandrehen, deshalb kann man für das Abstechen z. B. von Rohren die Gleichung (40) verwenden:

$$t = \frac{R - r}{n \cdot s} .$$

Beim Abstechen vom vollen Werkstoff ist $r = 0$, deshalb lautet die Gleichung

$$t = \frac{R}{n \cdot s} \dots \dots \dots \text{(vgl. Gl. 36)}$$

Da die rohe Stange sehr oft etwas Übermaß hat, so ist für R stets ein Sicherheitszuschlag von etwa 1 mm hinzuzuzählen.

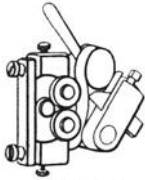


Abb. 49.

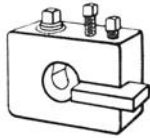


Abb. 50.



Abb. 51.

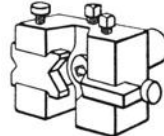


Abb. 52.

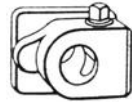


Abb. 53.

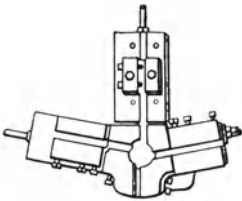


Abb. 54.



Abb. 55.



Abb. 56.



Abb. 57.

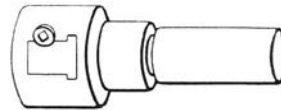


Abb. 58.

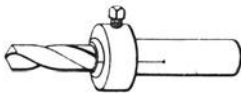


Abb. 59.

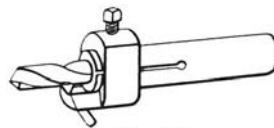


Abb. 60.



Abb. 61.

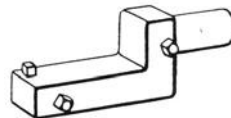


Abb. 62.

Das Gewindeschneiden kann je nach der Ausrüstung der Maschine auf verschiedene Art erfolgen:

- a) Mit dem Gewindestahl, wie bei der Drehbank.
- b) Mit der Gewindeschneid-Patrone, wobei der Stahl durch die am Arbeitsspindelende aufgesteckte, auswechselbare Patrone geführt wird.
- c) Mit dem Schneideisen.
- d) Mit dem selbsttätig öffnenden Gewindeschneidkopf, dessen Gewindeschneidbacken am Ende des Schneidvorganges selbsttätig aufspringen, so daß man an Stelle des Rücklaufes rasch zurückkurbeln kann.

In den Fällen a) bis d) sind die Gleichungen (42) bis (44) zu verwenden; über Schnittzahlen und Schneidhaltigkeit der Gewindeschneidzeuge siehe auch S. 119.

Für das Bohren, Ausdrehen, Ausreiben und Kegeligdrehen finden dieselben Gleichungen wie für das Langdrehen Verwendung.

Die Abb. 49—62 zeigen die gebräuchlichsten Revolverbank-Werkzeuge; die folgenden Tabellen enthalten Zeitangaben für häufig wiederkehrende Arbeiten an Revolverdrehbänken.

b) Tabellen mit Geschwindigkeits- und Zeitangaben.

Tabelle Nr. 28.
Schnittgeschwindigkeiten in m/Min. für Revolverarbeiten.

Werkstoff				Werkstoff								
Schruppen	Schlichten	Form-drehen	Gewinde-schneiden	Schruppen	Schlichten	Form-drehen	Gewinde-schneiden					
Meter/Minute				Meter/Minute								
Aluminium und Kupfer	36	45	15	7,5	Weißmetall	48—60	60—80	21	—			
Grauguß	{ weich	18	21	9	4,8	Schmied-eisen und S.-M.-Stahl	{ weich	24	30	9	4,2	
	{ mitt.	15	18	6	4,2		{ 50 kg	21	27	6	3,9	
	{ hart	12	13,5	4,5	3		{ 60 „	18	21,5	4,5	3,6	
Messing	{ weich	36	42	18	7,5		{ 70 „	15	18	3,9	3	
	{ mitt.	33	39	15	6		{ 80 „	12	15	3,6	2,7	
	{ hart	27	30	12	4,2	{ 90 „	9	12	3	2,4		
Stahl-guß	{ weich	18	21	9	4,2	Chrom-nickel-stahl	{ 100 kg	7	9	2,4	2,1	
	{ mitt.	15	18	6	3		{ 110 „	6	7,5	1,8	1,8	
	{ hart	12	13,5	3	1,8		{ 120 „	5,4	6,6	1,5	1,5	
Temper-guß	{ weich	18	21	9	4,2	Nickel-stahl	Ni = {	5%	15	18	4,5	3
	{ mitt.	15	18	6	3			10%	12	15	3	2,4
Werk-zeug-stahl	{ weich	12	15	3	2,4			15%	9	12	2,4	1,8
		9	12	2,4	1,8			20%	6	9	1,8	1,5
		2,4	1,8	1,5	1,2			25%	5,4	6,6	1,5	1,2
		1,8	1,5	1,2	0,9			30%	4,5	5,4	1,2	0,9

Tabelle Nr. 29.

Durchschnittswerte für das Einrichten an Revolverbänken.

(Siehe hierzu Abb. 49—62.)

Durchgang der Revolverbank in mm	22	55	82	90
	Minuten			
Einrichten für Nachschub der Rohstange	3	10	12	12
Auswechseln der Spannpatrone oder Spannbacken	5	7	8	10
1 Stahl im Querschlitzen einspannen und anstellen	3	4	5	5
Werkzeughalter nach Abb. 57—62 einspannen	2	3	3	4
Bohrer in Werkzeughalter Abb. 57—59 einspannen sowie dazugehörige Längenanschlüge einstellen	3	4	5	5
Bohrer und Fasenstahl einspannen, Abb. 60, und Längenanschlag einstellen	5	6	7	7
Bohrstange mit Stahl, Abb. 61, einspannen und Längenanschlag einstellen	5	6	7	8
Stahl Abb. 62 einspannen und Längenanschlag einstellen	3	4	5	5
Werkzeughalter nach Abb. 49—53 einspannen		4	5	
„ „ „ 54 „ „ „			6	6
„ „ „ 49—54 ausspannen	2	2	2	3
Bohrstange und Halter nach Abb. 55 u. 56 einspannen		2	3	3
Stahl zum Schrappen, Abb. 49, 50, 52—54 einspannen und anstellen sowie Längenanschlag einstellen	2	4	5	6
Dasselbe zum Schlichten	3	5	7	8
Bohrmesser oder Reibahle nur einsetzen oder aufstecken	2	2	3	8
Stange mit Bohrmesser oder Reibahle auf Länge stellen	2	2	3	3
Schneideisenhalter einspannen und auf Länge stellen	2	2	3	3
Schneideisen einspannen	0,6	0,6	1	1
Selbstt. Gewindeschneidkopf auswechseln	2	4	5	8
Im Gewindeschneidkopf Gewindebacken auswechseln	2	2	3	3
Gewindebacken im Gewindeschneidkopf auf Durchmesser stellen sowie Längenanschlag einstellen	5	6	8	10

Tabelle Nr. 30.

Rohstangen einspannen.

- a) Rohre von etwa 5—6 m Länge einspannen und in Spannpatrone oder Spannbacken einführen.

Durchmesser in mm	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Zeit in Minuten	1,5	2	3	3	4	4	5	5	5

- b) Rund-, 6- oder 4-kant-Rohstangen von etwa 5—6 m Länge einspannen und in Spannpatrone oder Spannbacken einführen.

Durchmesser in mm	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Zeit in Minuten	2	3	3	4	5	5	6	6	7

In obigen Zeiten ist das Probieren des Spannens der Patrone oder Spannbacke inbegriffen. Für das Ausspannen der Stangen sind 50% obiger Zeiten zu rechnen.

Für das Ausspannen und das Weglegen der eingespannten Enden sind 20% obiger Werte einzusetzen.

Bei Abstechmaschinen ist mit 66% obiger Werte zu rechnen (siehe Seite 116).

Tabelle Nr. 33.
Feilen und schmirgeln.
 a) Nur blank feilen und schmirgeln.

Länge in mm	20	40	60	80	100	150	200	250	300	350	400	500	600
Durch- messer in mm	Zeit in Minuten												
10	1	1,3	1,5	1,8	2	2,8	3,5	4,3	5	5,8	6,5	7,3	8
20	1	1,4	1,6	1,9	2,2	3	3,7	4,5	5,2	6	6,7	7,5	8,2
30	1,1	1,5	1,8	2,1	2,4	3,2	3,9	4,7	5,4	6,2	6,9	7,7	8,4
40	1,2	1,6	2	2,3	2,6	3,4	4,1	4,9	5,6	6,4	7,1	7,9	8,6
50	1,3	1,7	2,2	2,5	2,8	3,6	4,3	5,1	5,8	6,6	7,3	8,1	8,8
60	1,4	1,9	2,4	2,7	3,1	3,9	4,6	5,4	6,1	6,9	7,6	8,4	9,1
70	1,6	2,1	2,6	3	3,4	4,2	4,9	5,7	6,4	7,2	7,9	8,7	9,4
80	1,8	2,3	2,8	3,2	3,7	4,5	5,2	6	6,7	7,5	8,2	9	9,7
90	2	2,5	3	3,5	4	4,8	5,5	6,3	7	7,8	8,5	9,3	10

b) Nach Lehre feilen und schmirgeln.

10	1,5	1,8	2,1	2,5	3	3,7	4,5	5,3	6	—	—	—	—
20	1,5	1,8	2,1	2,5	3	3,7	4,5	5,3	6	7	8	10	12
30	1,8	2,2	2,5	3	3,5	4,3	5,3	6,2	7	8	9	11	13
40	2	2,5	2,9	3,4	4	5	6	7	8	9	10	12	14
50	2,3	2,8	3,3	3,9	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,7	11	13	15
60	2,7	3,2	3,7	4,3	5	6	7	8	9	10,5	12	14	16
70	3	3,5	4,1	4,8	5,5	6,5	7,8	8,8	10	11,5	13	15	17
80	3,3	3,9	4,5	5,3	6	7	8,5	9,7	11	12,5	14	16	18
90	3,6	4,2	5	6	7	8	9	10,5	12	13,5	15	17	19

c) Beispiele.

Revolverdrehbänke 22, 55, 82 und 90.

Die Bezeichnung der Revolverdrehbänke mit 22, 55, 82, 90 gibt den größten Durchmesser der runden Stange an, der auf der betreffenden Bank bearbeitet werden kann.

Wie schon bemerkt, erfolgt das Verschieben und Festspannen der Stangen während des Ganges der Maschine.

Geringe Unterschiede im Durchmesser der zu verarbeitenden Rohstange haben auf das Festspannen in den Spannpatronen oder Spannbacken keinen Einfluß.

Der Revolverkopf hat für jedes seiner Werkzeuge einen Anschlag, der genau auf Länge einstellbar ist und in seiner Endstellung den selbsttätigen Längszug ausschaltet.

Der Querschlitzen ist mit einfachen Stahlhaltern oder auch mit dem bekannten „Gisholtkopf“ ausgerüstet. Sein Vorschub erfolgt bei kleinen Maschinen von Hand, bei mittleren und großen Maschinen selbsttätig, sowohl in der Längs- als auch in der Planrichtung. Auch die Ausschaltung der einzelnen Werkzeuge des Querschlitzens erfolgt selbsttätig durch Anschläge. Auf dem Querschlitzen lassen sich je nach Bedarf auch Formstahlhalter befestigen.

Um das zeitraubende Zurückkurbeln der Revolverkopfschlitten abzukürzen, sind die neueren Revolverdrehbänke mit Schnellverstellung ausgerüstet.

Abb. 63 und Tabelle 34 zeigen als Beispiel die Angaben der Maschinenkarte für eine Revolverbank mit 22 mm „Durchgang“.

Die Arbeiten, die sich neben dem Einrichten der Maschine besonders auf das Einspannen und Wegbringen der Rohstangen beziehen, sind in den nachstehenden Beispielen — unberücksichtigt der zeitlichen Reihenfolge der Arbeitsvorgänge — unter „Vor- und Nacharbeiten“ zusammengefaßt, weil ihre gesamte Zeitdauer durch Division mit der Stückzahl für ein einzelnes Stück („verteilte Stückzeit“) errechnet werden muß.

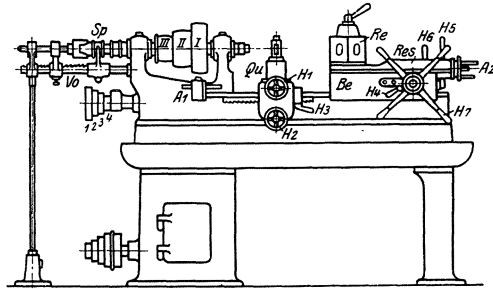


Abb. 63.

Revolverbank, Durchgang 22 mm.
Hauptabmessungen

Spitzenhöhe	135 mm	Größte Entfernung zwisch.	
Drehdurchm. über d. Bett	280 „	Spindel u. Revolverkopf	390 mm
„ „ ü. d. Schlitten	165 „	Spindelbohrung	30 „
Längsbewegung des Revolverkopfes	110 „	Bohrung i. Vorschubapparat	22 „
Längsbewegung des Querschlittens	230 „	„ im Revolverkopf	26 „
Querbewegung des Querschlittens	130 „	Kraftbedarf	1 PS

Bezeichnungen

A 1	Anschläge für das Langdrehen	H 3	Hebel z. Feststellen des Quersupports
A 2	Anschlagtrommel	H 4	Hebel z. Ausrücken der Fallschnecke
Qu	Querschlitten	H 5	Hebel z. Betätigung der Fallschnecke
Be	Bettschlitten	H 6	Hebel z. Kupplung des Revolververschlittens
Res	Revolver Schlitten	H 7	Handkreuz z. Bettschlittenbewegung
Re	Revolverkopf	Kl	Klemmgriff z. Feststellen des Revolverkopfs.
Sp	Spannapparat		
Vo	Vorschubapparat		
H 1	Handrad z. Querbewegung des Quersupports		
H 2	Handrad z. Längsbewegung des Quersupports		

Tabelle Nr. 34.
Zur Revolverdrehbank 22 mm Durchgang.
a) Geschwindigkeits-Tabelle

Kriemenscheibe Spindelumläufe in der Minute	Schnittgeschwindigkeit in m/Minute										
	10	12	14	16	18	20	25	30	35	40	
	Durchmesser des Arbeitstückes in mm										
I	145	22	26,5	30,7	35,2	39,6	44	55	66	77	88
II	290	11	13,2	15,4	17,6	19,8	22	27,5	33	38,5	44
III	580	5,5	6,6	7,7	8,8	9,9	11	13,1	16,5	19,2	22

b) Vorschub-Tabelle

Kriemenscheibe Vorschub für eine Umdrehung	Spindelumdrehungen i. d. Minute			Bemerkungen:	
	145	290	580		
	Vorschub in mm/Min.				
1.	0,055	8	16	32	Am Querschlitten erfolgt der Vorschub durch Handbetätigung. Der Revolverschlittenvorschub ist selbsttätig.
2.	0,077	11,3	22,5	45	
3.	0,103	15	30	60	
4.	0,138	20	40	80	

Beispiel: Es sind 300 Röhren, 130 mm lang, abzustechen. Werkstoff: Mannesmannrohr $D_i = 8$ mm, $D = 10$ mm. Die größte Umlaufzahl der Maschine ist $n = 580$. Der Vorschub erfolgt von Hand.

Für 300 Stück, je 130 mm lang, zuzüglich Abstechstahlbreite braucht man etwa 40,5 m Rohr. Da die Rohre nur etwa 4 m lang sind, braucht man 11 Rohre.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	St.-Zeit
a) Vor- und Nacharbeiten				
1.	Einrichten			
	a) Einrichten für Rohrnachschub	T. 29	3	
	b) Auswechseln der Spannpatrone	T. 29	5	
	c) 1 Stahl im Querschlitten einspannen	T. 29	3	
2.	11 Rohre aufnehmen und einspannen, à 1,5 Min.	T. 30		16,5
3.	11 vordere Enden gerade stechen			1,0
4.	11mal zurückkurbeln	T. 32		1,1
5.	11 Rohrenden ausspannen und weglegen	T. 30		5,5
			11	24,1
	Verteilte Stückzeit (für 1 Stück) = $\frac{24,1}{300} =$			0,08
b) Abstechen.				
6.	Rohrnachschub	T. 31		0,1
7.	Abstechen (Handvorschub); während des Abstechens werden die Röhren entgratet			0,12
8.	Zurückkurbeln	T. 32		0,1
			11	0,40
	Verlustzeit:			0,04
	Stückzeit: $0,08 + 0,44 = 0,52$			

Für 300 Stück braucht man also:

Einrichtezeit	11 Min.
Stückzeit	$300 \cdot 0,52 = \underline{156}$ „
Gesamtzeit	167 Min.

Beispiel: Bearbeitung von 500 Stück Schrauben nach Abb. 64, Werkstoff 16 mm \varnothing , Chromnickelstahl, 90 kg Festigkeit.

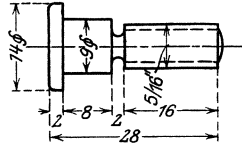


Abb. 64.

Der Durchmesser von 9 mm und die Länge von 8 mm müssen nach Lehre gearbeitet werden. Schnittgeschwindigkeit 9 m/Min., Vorschub 0,077 mm/Umdr.

Nach der Maschinenkarte Tabelle 34 ist die geeignetste Umdrehungszahl 145 pro Minute.

An Werkstoff sind 3 Stangen nötig.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	St.-Zeit
a) Vor- und Nacharbeiten				
1.	Einrichten:			
	a) Einrichten des Stangennachschubs	T. 29	3	
	b) Auswechseln der Spannpatrone	T. 29	5	
	c) Abstechstahl und Nutenstahl einspannen und anstellen		6	
	d) Werkzeughalter Abb. 49 einspannen, Stahl auf 9 mm und Längenanschlag einstellen	T. 29	4	
	e) Dasselbe für Gew.-Durchmesser $5/16''$	T. 29	4	
	f) Werkzeughalter Abb. 50 einspannen, Stahl und Längenanschlag einstellen	T. 29	4	
	g) Schneideisenhalter mit Schneideisen einspannen	T. 29	2	
	h) Allgemeines Einrichten (Besorgen des Werkzeugs und Messen der ersten Stücke)		12	
2.	3 Stangen einspannen, je 2,5 Min.	T. 30		7,5
3.	3 vordere Enden gerade stechen: $\frac{9 \cdot 3}{145 \cdot 0,05}$	G. 30		3,83
4.	3mal zurückkurbeln, je 0,1 Min.	T. 32		0,3
5.	3 Einspannenden ausspannen und weglegen, je 0,15 Min.	T. 30		0,45
			40	12,08

Verteilte Stückzeit (für 1 Stück) = $\frac{12,08}{500} = 0,024$

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Min.	St.-Zeit in Min.
	Transport:		40	0,024
	b) Hauptarbeiten.			
6.	Stangennachschub	T. 31		0,1
7.	Rücklauf und Schalten des Revolverkopfs, Neuansstellen des Werkzeugs	T 32b		0,1
8.	Drehen $D = 9$ mm, $L = 26$ mm, 1 Span: $\frac{26}{145 \cdot 0,077}$	G. 29		2,33
9.	Rücklauf und Schalten des Revolverkopfs, Neuansstellen des Werkzeugs	T 32b		0,1
10.	Gewindedurchmesser drehen, $D = \frac{5}{16}$ " , $L = 18$ mm: $\frac{18}{145 \cdot 0,077}$	G. 29		1,61
11.	Rücklauf und Schalten des Revolverkopfs, Neuansstellen des Werkzeugs	T. 32		0,1
12.	Nute einstechen (Handschaltung mit Querschlitten)			0,5
13.	Querschlitten zurückkurbeln und Werkzeug anstellen	T 32a		0,08
14.	Drehen, $D = 14$, $L = 5$ mm: $\frac{5}{145 \cdot 0,077}$	G. 29		0,447
15.	Gewinde schneiden			1,2
16.	Revolverkopf umschalten	vgl.		0,08
17.	$D = 9$ mm nach Lehre feilen	T. 33		0,6
18.	Abstechen und während des Abstechens entgraten .			1,4
	Verlustzeit:		40	8,671
	Stückzeit:			<u>0,869</u>
				9,540

Für 500 Stück braucht man also:

Einrichtezeit	40 Min.
Stückzeit	$500 \cdot 9,54 = 4770$ „
Gesamtzeit	<u>4810 Min.</u>

Revolverbank,

Durchgang 55 mm.

Die Umläufe i. d. Min. sind:

$$n = 20, 30, 40, 55, 80, 110, 170, 240, 340.$$

Die Vorschübe für eine Umdr. sind:

$$s = 0,2, 0,35, 0,6, 1,0.$$

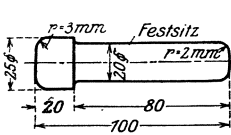


Abb. 65.

Beispiel: Auf der Revolverbank mit 55 mm Durchgang sollen 600 Werkstücke nach Abb. 65 aus S.-M.-Stahl von 50 kg Festigkeit hergestellt werden. Der 20er Durchmesser ist Festsitz. Bund und Schaft werden abgerundet. Gewählt: $v = 21$ m/Min., $s = 0,2$ mm/Umdr. Nach der Maschinenkarte kommt eine Umdrehungszahl von $n = 240$ in Betracht, die bei

0,2 mm Vorschub/Umdrehg. einen minutlichen Vorschub von 48 mm gibt. Für 600 Werkstücke, je 100 mm lg., braucht man einschl. Abstechstahlbreite etwa 63 m, wozu 11 Stangen erforderlich sind.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minuten	St.-Zeit
a) Vor- und Nacharbeiten.				
1.	Einrichten:			
	a) Einrichten für Stangennachschub	T. 29	10	
	b) Auswechseln der Spannbacken	T. 29	7	
	c) 3 Werkzeughalter nach Abb. 49 einspannen .	T. 29	12	
	d) 1 Stahl für $D = 20$ und $D = 26$ mm einspannen und anstellen.		10	
	e) 1 Stahl zum Radien andrehen und 1 Abstechstahl im gleichen Werkzeughalter einspannen und anstellen.		10	
	f) Allgemeines Einrichten (Werkzeugholen und Messen der ersten Stücke)		11	
2.	11 Stangen einspannen, je 3 Minuten	T. 30		33
3.	11 vordere Enden gerade stechen: $\frac{14 \cdot 11}{240 \cdot 0,1}$	G. 30		
4.	11 mal zurückkurbeln je 0,16 Min.	T. 32		1,76
5.	11 Einspannenden ausspannen und weglegen je 0,6 .	T. 30		6,6
			60	41,36
Verteilte Stückzeit für Vor- u. Nacharbeiten: $\frac{41,36}{600} =$				0,0689
b) Hauptarbeiten.				
6.	Stangennachschub	T. 31		0,15
7.	Rücklauf, Revolverkopf umschalten und Werkzeug anstellen	T 32b		0,2
8.	Drehen, $D = 20$, $L = 80$, 1 Span: $\frac{80}{48}$			1,666
9.	Rücklauf, Revolverkopf umschalten und Werkzeug anstellen	T 32b		0,2
10.	Drehen $D = 25$, $L = 25$, 1 Span: $\frac{25}{48}$			0,521
11.	Rücklauf und Revolverkopf umschalten	T 32b		0,15
12.	$D = 20$ und $D = 25$ mm feilen	T. 33		3,2
13.	Mit Radiusstahl zufahren, etwa 5 mm einstechen, wobei der Stahl den 3 mm-Radius andreht			1,1
14.	Radiusstahl zurückziehen, Abstechstahl ansetzen und abstechen: $\frac{14}{240 \cdot 0,1}$	G. 36		0,8
15.	Abstechstahl zurückziehen und mit Radiusstahl, der auf der andern Seite mit 2 mm Radius versehen ist, auf 21 mm andrehen			0,5
			60	8,556
Verlustzeit:				0,844
Stückzeit:				9,400

Für 600 Stück braucht man also:

Einrichtezeit	60 Min.
Stückzeit	$600 \cdot 9,4 = 5640$ „
Gesamtzeit	5700 Min.

Revolverbank, Durchgang 82 mm.

Die Umlaufzahlen betragen:

$n = 8, 11, 15, 20, 27, 38, 53, 71, 100, 131, 187, 250.$

Die Vorschübe:

$s = 0,12, 0,17, 0,23, 0,33, 0,47, 0,63, 0,91, 1,27, 181, 2,54.$

Beispiel: 300 Werkstücke nach Abb. 66 drehen. Werkstoff: S.-M.-Stahl, 50 kg Festigkeit; Durchmesser der Rohstange 70 mm.

Die Bohrung von 45 mm und die Form bei A und B muß nach Lehre gearbeitet werden.

Schnittgeschwindigkeit beim Bohren: $v = 15$ m/Min., beim Überdrehen und Abstechen: $v = 21$ m/Min. und beim Formdrehen: $v = 6$ m/Min. Vorschub: $s = 0,17$ bzw. $0,33$ mm/Umdr.

Die Bearbeitung geschieht auf folgende Weise: An der Stange wird jeweils ein Stück von etwa 120 mm Länge auf den Durchmesser von 67 mm gedreht, hierdurch entstehen 6 Stück, ohne daß die Stange nachgeschoben zu werden braucht. Dann bohrt man mit einem 44,5 mm-Spiralbohrer 130 mm tief, dreht das Loch auf 45 mm nach, dreht dann die Form bei A und B und

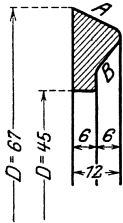


Abb. 66.

Nachdem alle Werkstücke von dieser Seite bearbeitet sind, werden sie ins Rundspannfutter genommen und auf der Abstechseite geschlichtet.

Für 300 Werkstücke, je 12 mm lg., dazu 6 mm Zugabe für die Abstechstahlbreite, braucht man 5,4 m. Man kommt also mit einer Rohstange aus.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	St.-Zeit
a) Vor- und Nacharbeiten.				
1.	Einrichten:			
	a) Einrichten für Stangennachschub	T. 29	12	
	b) Auswechseln der Spannbacken	T. 29	8	
	c) Abstechstahl im Querschlitten einspannen	T. 29	5	
	d) Werkzeughalter mit Stahl zum Überdrehen des Durchmessers von 67 mm einspannen		10	
	e) Spiralbohrer mit Halter einspannen	T. 29	5	
	f) Reibahlenhalter mit Reibahle einspannen	T. 29	6	
	g) Werkzeughalter mit Formstahl für Seite A einspannen	T. 29	8	
	h) Werkzeughalter mit Formstahl für Seite B einspannen	T. 29	8	
	i) Allgemeines Einrichten (Werkzeug holen, messen der ersten Stücke)		20	
2.	1 Stange aufnehmen und einspannen	T. 30		6
3.	1 vorderes Ende gerade stechen: $\frac{36}{100 \cdot 0,15}$	G. 36		2,4
4.	1 mal zurückkurbeln	T. 32		0,28
5.	Stangenrest ausspannen und weglegen	T. 30		1,2
			82	9,88
	Verteilte Stückzeit f. Vor- u. Nacharbeiten: $\frac{9,88}{300} =$			0,0329

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	St.-Zeit
	Transport:		82	0,0329
	b) Hauptarbeiten.			
6.	Stangennachschub: 0,5 Min. für 6 Stück, also f. 1 St.	T. 31		0,083
7.	Rücklauf, Revolverkopf umschalten und anstellen .	T 32b		0,28
8.	Drehen $D = 67, L = 120, 1 \text{ Span: } \frac{120}{100 \cdot 0,33} =$ 3,636 Min. für 6 Stück, für 1 Stück = 3,64:6 =	G. 29		0,606
9.	Rücklauf, Revolverkopf umschalten und anstellen .	T 32b		0,28
10.	Spiralbohrer ansetzen und Loch bohren, $L = 130:$ $\frac{130}{100 \cdot 0,12} = 10,83 \text{ Min.},$ auf 6 Stück verteilt . .	G. 29		1,805
11.	Rücklauf, Revolverkopf umschalten und anstellen	T 32b		0,28
12.	Ausreiben, $n = 20, \text{ Handvorschub.}$			3
13.	Rücklauf, Revolverkopf umschalten und anstellen	T 32b		0,28
14.	Form A drehen, $n = 27, \text{ Handvorschub.}$			1,5
15.	Rücklauf, Revolverkopf umschalten und anstellen	T 32b		0,28
16.	Form B drehen, $n = 27, \text{ Handvorschub.}$			1
17.	Rücklauf, Revolverkopf umschalten und anstellen	T 32b		0,28
18.	Abstechen: $\frac{33,5}{100 \cdot 0,17}$	G. 29		1,97
19.	Zurückkurbeln Die Arbeitsgänge 6—19 werden an jedem Werkstück nacheinander vorgenommen.			0,2
20.	Spannbacken entfernen und Rundspannfutter aufspannen		10	
21.	Stahl in Querschlitzen einspannen		5	
22.	Werkstück einzeln einspannen			0,6
23.	Abstechseite schlichten, 1 Span: $\frac{33,5}{131 \cdot 0,33}$	G. 29		0,77
24.	Zurückkurbeln und Werkstück ausspannen			0,5
	Verlustzeit:		97	13,747
				1,253
				15,000

Für 300 Stück braucht man:

Einrichtezeit	97 Min.
Stückzeit	$300 \cdot 15 = 4500 \text{ „}$
Gesamtzeit	<u>4597 Min.</u>

Revolverbank,

Durchgang 90 mm.

Die Umlaufzahlen betragen:

$n = 10, 12, 14, 15, 18, 20, 25, 30, 35, 45, 110, 150, 190, 200, 240, 260, 320, 340, 420.$

Die Vorschübe:

$s = 0,1, 0,2, 0,4, 1,0, 2,0, 4,0, 10,0.$

Beispiel: 200 Werkstücke nach Abb. 67 u. 68 sind an den bezeichneten Flächen zu bearbeiten; die Bohrung muß genau sein.

$v = 18 \text{ m/Min.}, s = 0,6 \text{ bzw. } 0,4 \text{ mm/Umdr.}$

Nach der Maschinenkarte wählt man 30 Umdrehungen.

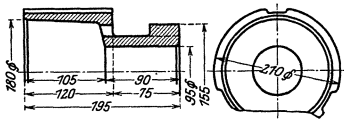


Abb. 67 u. 68.

Die Werkstücke werden am dünnen Ende mit Sonderspannbacken eingespannt, dann wird der Umfang überdreht, während des Überdrehens wird die Bohrung mit Bohrstange und Messer und dann der vordere Rand bearbeitet. Dann wird das Stück gewendet, mit Stirnseite und Schräge gedreht und die Bohrung nochmals ausgerieben.

Sonderbacken eingespannt, die

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	St.-Zeit
1.	Einrichten:			
	a) 2 Stähle im Querschlitten einspannen	T. 29	10	
	b) 2 Bohrstangen und 1 Halter nach Abb. 55 u. 56 einspannen	T. 29	9	
	c) 2 Bohrmesser und 1 Reibahle einsetzen und anstellen	T. 29	15	
	d) 3 Sonderspannbacken einsetzen	T. 29	8	
	e) Allgemeines Einrichten		8	
2.	Einspannen, ansetzen und messen			5
3.	Umfang $D = 210$ drehen, $L = 120$, 2 Späne: $\frac{120 \cdot 2}{30 \cdot 0,6}$	G. 30		13,32
4.	Wenn die Maschine läuft, wird mit Bohrstange und Bohrmesser zugefahren und mit 2 Spänen aus-gebohrt. Da die Drehlänge, die das Bohrmesser zurücklegen muß, $2 \times 90 = 180$ mm, die Drehlänge des 210er Umfangs jedoch $2 \times 120 = 240$ mm beträgt, so ist für das Ausbohren mit Bohrstange und Messer nichts einzusetzen			—
5.	2maliger Rücklauf des Querschlittens und Revolverkopf schalten	T. 32		0,5
6.	Ansetzen und messen			1
7.	Rand drehen, 2 Späne			2
8.	Revolver drehen, ansetzen und messen	T. 32		1,8
9.	$D = 210$, 1 Schlichtspan, 4 mm Vorschub: $\frac{120}{30 \cdot 4}$	G. 29		1
10.	Zufahren, dann Ausreiben der Bohrung: $\frac{90}{15 \cdot 4}$	G. 29		2
11.	Rücklauf			0,25
12.	Mit der Feile Kanten brechen, dann ausspannen Nachdem alle Werkstücke auf dieser Seite bearbeitet sind, werden die Spannbacken gewechselt.			1,2
13.	Spannbacken wechseln und 2 Stähle einspannen		20	
14.	Einspannen, ansetzen und messen			4
15.	Stirnseite drehen, 2 Späne			4
16.	Revolverkopf schalten			0,25
17.	Schräge mit Stahl andrehen (Handvorschub)			0,8
18.	Nochmaliges Ausreiben der Bohrung			2
19.	Rücklauf, ausspannen			1,2
			70	40,32
	Verlustzeit:			1,68
	Stückzeit:			42,000

Für 200 Stück benötigt man:

Einrichtezeit	70 Min.
Stückzeit	$200 \cdot 42 = 8400 \text{ ,,}$
Gesamtzeit	$= 8470 \text{ Min.}$

Abstechmaschine,

Durchgang 80 mm.

Der neuzeitliche Werkstättenbetrieb verlangt, daß man nicht mehr ganze Rohstangen in die verschiedenen Werkstätten bringt, sondern daß Spindeln, Bolzen, Rohrstücke, Wellen usw. bereits abgestochen, mit 1—3 mm Zugabe den Werkstätten vom Lager angeliefert werden.

Hierzu dienen Kaltsägen und Abstechmaschinen, deren Laufzeiten nach den Gleichungen für das Plandrehen berechnet werden.

Bei der Abstechmaschine Abb. 69, Tabelle 35, wird die Stange durch die hohle Spindel an deren hinterem Ende hereingeführt und vorn in einem Dreibackenfutter festgespannt. Am hinteren Spindelende ist ein Spannfutter aufgesetzt, das der eingespannten Stange Führung gibt. Zum Abstechen dienen 2 Stahlhalter; der eine Stahl dringt von vorne, der andere von hinten in den Werkstoff ein. Zum Abstechen gleichlanger Werkstücke dient ein verstellbarer Anschlag.

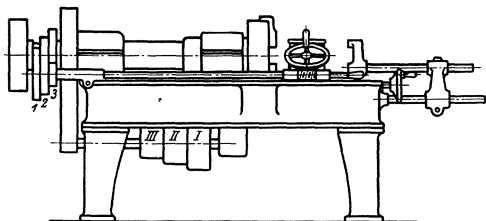


Abb. 69.

Tabelle Nr. 35.

Hauptabmessungen und Zubehör

Vorgelege mit 2 Antriebsscheiben	Einfachstahlhalter
Drehstr.-Motor $\frac{3}{4}$ PS	Durchgang 10—80 mm

Geschwindigkeits- und Vorschubtablelle:

Antrieb	Stufen-scheibe	Spindelumläufe i. d. Min.	Schnittgeschwindigkeit m/Min.							Stufenscheibe				
			2	4	6	8	10	12	14	1	2	3		
			Material-Durchmesser in mm							Vorschub mm/Min.				
Antrieb-scheibe	kleine	I	35	18	36	55	73	90	76	88	63,5	1,8	2,4	3
		II	50	12,8	25,4	38	51	64	88	2,6	3,4	4,2		
		III	70	9	18,2	27,3	36,4	45,5	56	3,7	4,8	5,9		
	große	I	90		14,2	21,3	28,3	35,4	42,5	49,5	4,7	6,1	7,6	
		II	130			14,6	19,5	24,3	29	34	6,8	9	11	
		III	190				10	13	16,5	20	23	10	13	16

Über das Ein- und Ausspannen von Stangen verschiedenen Querschnitts vgl. Tabelle 30, S. 104.

Beispiel: 100 Stück Rundeisen, $D = 16$ mm, $L = 250$ mm, sind abzustechen. Schnittgeschw. $v = 15$ m/Min., Vorschub $s = 0,052$ mm/Umdr. Die größte Umlaufzahl der Maschine ist 190 in der Min., diese entspricht einer Schnittgeschw. $v = 9,6$ m/Min. Die Gesamtlänge an Rohstangen ergibt sich aus $100 \cdot 250$ zuzüglich der Breite des Abstechstahles von 5 mm, also von 100×5 mm, zusammen = 25,5 m. Hierzu kommen noch die Einspannenden. Jede Stange ist 5—6 m lg. Es müssen also 6 Stangen eingespannt und das Restende wieder ausgespannt werden.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	St.-Zeit
a) Vor- und Nacharbeiten an den Stangen.				
1.	Einrichten (Längen-Anschlag einstellen usw.)		10	
2.	6 Stangen aufnehmen und einspannen je 3 Min.	T. 30		28
3.	6 vordere Enden gerade stechen (einschl. zurückkurbeln des Stahlhalt.) = $\frac{(8 + 1) 6}{190 \cdot 0,052}$	G. 37		5,7
4.	6 Stangenenden ausspannen und weglegen	T. 30		3
			10	26,7
	Verteilte Stückzeit.			0,267
b) Abstechen der einzelnen Stücke.				
5.	Stangennachschub	T. 31		0,35
6.	Abstechen: $\frac{8 + 1}{190 \cdot 0,052}$	G. 37		0,919
7.	Zurückkurbeln			0,1
			10	1,636
	Verlustzeit:			0,084
	Stückzeit:			1,720

Für 100 Stück braucht man:

Einrichtezeit	10 Min.
Stückzeit	$100 \cdot 1,72 = 172$ „
Gesamtzeit	182 Min.

Beispiel: 30 Stück Wellen von 45 kg Festigkeit, 80 mm Durchmesser und 1,2 m Länge sind abzustechen.

$$v = 12 \text{ m/Min.}, s = 0,086 \text{ mm/Umdrehg.}$$

Nach Tabelle 35 gibt $v = 12$ eine Umlaufzahl $n = 50$ i. d. Min. Für 30 Stück von je 1,2 m Länge zuzüglich Abstechstahlbreite und Einspannenden braucht man etwa 37 m Rohstangen, man muß also mit 7 Stangen rechnen.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	St.-Zeit in Minut.
a) Vor- und Nacharbeiten.				
1.	Einrichten (allgemein)		10	
2.	7 Stangen aufnehmen und einspannen je 7 Min.	T. 30		49
3.	7 vordere Enden gerade stechen, einschl. zurückkurbeln: $\frac{41 \cdot 7}{50 \cdot 0,086}$	G. 37		66,74
4.	7 Stangenenden ausspannen und weglegen	T. 30		5,5
			10	121,24
	Verteilte Stückzeit			4.041
b) Abstechen der einzelnen Stücke.				
5.	Stangennachschub	T. 31		1,4
6.	Abstechen: $\frac{41}{50 \cdot 0,086}$	G. 36		9,052
7.	Zurückkurbeln			0,1
			10	14,593
	Verlustzeit:			0,807
				<u>15,400</u>

Für 30 Stück braucht man:

Einrichtezeit	10 Min.
Stückzeit	$30 \cdot 15,4 = 462$ „
Gesamtzeit	<u>472 Min.</u>

Gewindeschneidmaschine

(größter Gewindedurchmesser $3\frac{1}{2}''$).

Während früher Bolzen, Spindeln, Röhren, auch wenn keine weitere Oberflächenbearbeitung nötig war als das Gewindeschneiden, auf der Drehbank bearbeitet wurden, verlangt die neuzeitliche Massenfertigung zu diesem Zwecke Sondermaschinen.

Die Gewindeschneidmaschinen sind eingerichtet zum Schneiden von Bolzen oder Muttergewinde. Zum Schneiden von Bolzen- und Muttergewinde dienen Gewindeschneidbacken (ähnlich einer Schneidkluppe), zum Schneiden von Muttergewinde Gewindebohrer.

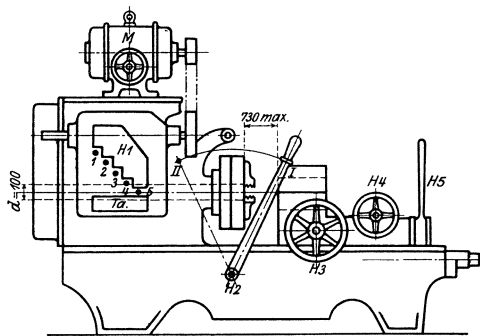


Abb. 70.

Die Schnittbewegung bei der in Abb. 70 dargestellten Gewindegewindeschneidmaschine vollführt der Schneidkopf mit den Werkzeugen (siehe auch Geschwindigkeiten-Tafel 36).

Tabelle Nr. 36.

Hauptabmessungen

Schlittenbewegung (mit und ohne Leitspindel) Max. 730 mm.

Schneidet Gewinde: 1, $1\frac{1}{8}$, $1\frac{1}{4}$, $1\frac{3}{8}$, $1\frac{1}{2}$, $1\frac{5}{8}$, $1\frac{3}{4}$, $1\frac{7}{8}$, 2, $2\frac{1}{4}$, $2\frac{1}{2}$, $2\frac{3}{4}$, 3, $3\frac{1}{4}$, $3\frac{1}{2}$ '' engl.

und ferner: 1, $1\frac{1}{8}$, $1\frac{1}{4}$, $1\frac{3}{8}$, $1\frac{1}{2}$, $1\frac{5}{8}$, $1\frac{3}{4}$, 2, $2\frac{1}{4}$, $2\frac{1}{2}$, $2\frac{3}{4}$, 3, $3\frac{1}{4}$ '' Gas.

Größte u. kleinste schneidbare Gewindesteigung: Gang pro '' e. $2\frac{1}{2}$ —24.

Geschwindigkeitstafel.

Hebel- stellung <i>H 1</i>	Spindel- umdr. i.d.Min.	Schnittgeschwindigkeit m/Min.														
		1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Durchmesser des Arbeitstückes mm														
1	17	20	28	37	47	56	66	75	94							
2	20		24	32	40	48	56	64	80	96						
3	24		20	26	33	40	46	53	66	80	92					
4	34				23	27	33	37	46	56	65	75	84	93		
5	40					24	28	32	40	48	56	63	71	80	87	95

Mit besonderen Gewindebacken kann auch Flach-, Halbrund- und Trapezgewinde geschnitten werden.

Die meisten Gewindegewindeschneidmaschinen besitzen einen einzigen Schneidkopf; um jedoch das Arbeiten wirtschaftlicher zu gestalten, sind zuweilen in gleicher Achshöhe 2 oder 3 Schneidköpfe angeordnet.

Das mit Gewinde zu versehende Werkstück wird in den schraubstockartig ausgebildeten Spannstock eingespannt, den man dem Schneidkopf zuschiebt, bis die kreisenden Schneidbacken das Werkstück mit dem Spannstock selbst nachziehen und dadurch den Vorschub bewirken. Nach vollendetem Schnitt werden mit dem Hebel *H 2* die Schneidbacken so weit geöffnet, daß ohne Rücklauf der Spannstock mit dem Werkstück zurückgezogen werden kann.

Diese Art des Gewindegewindeschneidens genügt für Werkstücke, an die keine große Forderungen hinsichtlich der Genauigkeit gestellt werden; durch das Nachziehen werden nämlich besonders lange Gewinde verstreckt, so daß Verschiedenheiten in der Gewindesteigung entstehen.

Um diesen Übelstand zu beseitigen, rüstet man die Maschinen häufig mit Leitspindeln aus, so daß der Schneidkopf nur das Schneiden und die Leitspindel den Vorschub des Werkstückes übernimmt.

Für die Güte der Arbeit ist auch die Anzahl der Schnitte maßgebend.

Für Gewinde ohne besondere Anforderungen an Genauigkeit wähle man:

bis zu $1\frac{1}{8}$ " : 1 Schnitt,
 von $1\frac{1}{4}$ — 2 " : 2 „
 über 2 " : 3 „

Für genaue Gewinde wähle man:

bis zu $1\frac{1}{8}$ " : 2 Schnitte,
 von $1\frac{1}{4}$ — 2 " : 3 „
 über 2 " : 4 „

Die Schneidhaltigkeit der Schneidbacken beträgt:

8—10 Std. für Schnellschnittstahl,
 7—9 „ „ Werkzeugstahl.

Obige Angaben über Schnittzahlen und Schneidhaltigkeit gelten auch für das Gewindeschneiden mit selbsttätig öffnendem Gewindeschneidkopf an Revolverbänken (s. S. 103).

Beispiel: 100 Werkstücke mit einem Durchmesser von 1" und einer Länge von 800 mm, bestehend aus Schmiedeeisen, sollen beiderseitig Gasgewinde erhalten, und zwar auf der einen Seite 125 mm, auf der andern Seite 75 mm lang.

Schnittgeschwindigkeit: 4,2 m/Min. Dies ergibt bei einem Durchmesser von 1" Gasgewinde nach der Maschinenkarte Tafel 36: $n = 40$ Umdrehungen. Steigung = $25,4:11 = 2,31$ mm.

Das Gewinde wird in einem Schnitt geschnitten.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	St.-Zeit
1.	Einrichten (Gewindebacken auswechseln, dann auf Durchmesser einstellen)		20	
2.	Einspannen und Zufahren des Werkstücks			0,1
3.	Gewinde schneiden, 125 lg.: $\frac{125}{40 \cdot 2,31}$	G. 29		1,365
4.	Zurückkurbeln, ausspannen, wenden u. einspannen			0,35
5.	Gewinde schneiden, 75 lang: $\frac{75}{40 \cdot 2,31}$	G. 29		0,813
6.	Ausspannen und mit Lehre messen (das Messen ist nicht voll eingesetzt, da nur Stichproben gemacht werden)			0,12
			20	2,748
	Verlustzeit:			0,252
	Stückzeit:			3,000

Für 100 Stück benötigt man:

Einrichtezeit 20 Min.
 Stückzeit $100 \cdot 3 = 300$ „
 Gesamtzeit $\frac{320}{320}$ Min.

Beispiel: 100 Werkstücke von $D = 3''$ engl. und einer Gesamtlänge $L = 850$ mm erhalten auf einer Seite 120 mm, auf der andern 165 mm langes Gewinde.

Werkstoff: S.-M.-Stahl von 70 kg Festigkeit, daher Schnittgeschwindigkeit 3 m/Min.

Nach Tabelle 3 ergibt $v = 3$ bei $D = 76,2$ mm: $n = 12,6$. Nach der Maschinenkarte ist die kleinste Umlaufzahl 17, womit gerechnet werden muß.

Das Gewinde wird mit 3 Schnitten geschnitten. Die Gangzahl ist $3\frac{1}{2}$ für einen Zoll, daher die Steigung = $25,4 : 3,5 = 7,25$ mm.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	St.-Zeit
1.	Einrichten (Gewindebacken auswechseln und auf Durchmesser stellen)		30	
2.	Einspannen und Zufahren des Werkstücks für alle 3 Schnitte auf der einen Seite			2,5
3.	Gewinde schneiden, 3 Schnitte: $\frac{120 \cdot 3}{17 \cdot 7,25}$	G. 44		2,92
4.	Zurückkurbeln, ausspannen, wenden und einspannen			4,2
5.	Gewinde schneiden, 3 Schnitte: $\frac{165 \cdot 3}{17 \cdot 7,25}$	G. 44		4,02
6.	Ausspannen und Messen			1,5
			30	15,14
	Verlustzeit:			2,26
	Stückzeit:			17,40

Für 100 Stück benötigt man:

Einrichtezeit	30 Min.
Stückzeit	$100 \cdot 17,4 = 1740$ „
Gesamtzeit	1770 Min.

IV. Bohrmaschinen.

a) Berechnung der Laufzeiten und der Bohrspitze.

Die Drehbänke sind zur raschen Ausführung einfacher Bohrarbeiten zu unhandlich und sollten zum Bohren von Löchern nur dann benutzt werden, wenn an den zu drehenden Werkstücken nur nebenher noch Bohrarbeiten vorzunehmen sind, so daß ein Überspannen der Werkstücke auf die Bohrmaschine nicht lohnt. Ein solcher Fall liegt z. B. vor, wenn eine Welle an einem Stirnende noch ein Loch für eine Befestigungsschraube oder dergl. erhalten soll.

An sich fallen die Bohrarbeiten auf der Drehbank genau aus, denn da hier die Schnittbewegung vom Werkstück, der Vorschub vom Werkzeug ausgeführt wird, verläuft der Bohrer weniger leicht als an der Bohrmaschine, bei der das Werkzeug beide Bewegungen übernimmt. Bis zu mittleren Bohrtiefen genügen jedoch auch die Bohrmaschinen

allen Anforderungen, und bei Bohrmaschinen für größere Tiefen (Langloch-Bohrmaschinen) wird die Schnittbewegung vom Werkstück, die Vorschubbewegung vom Werkzeug ausgeführt.

Außer den eigentlichen Bohrarbeiten kann auf der Bohrmaschine auch aufgerieben, an- und eingefräst, versenkt und Gewinde geschnitten werden. Bei großen und schweren Werkstücken ist wesentlich an Zeit zu sparen, wenn man die genannten Arbeiten in einer Aufspannung vornehmen und die Werkzeuge mit Hilfe der Schnellwechselfutter austauschen kann.

Es ist in allen Fällen von Vorteil, wenn der Bohrer senkrecht auf das wagrecht aufgespannte Werkstück trifft, denn hierbei kann der Bohrer genau und rasch angestellt werden. Die gute Unterstützung des Werkstücks durch den wagerechten Bohrtisch vereinfacht das Festspannen, weil ja der senkrechte Bohrdruck das Werkstück gegen den Tisch preßt.

Je nach dem Verwendungszweck und der Bauart unterscheidet man Säulenbohrmaschinen, Schnellbohrmaschinen, Radialbohrmaschinen, mehrspindlige Bohrmaschinen usw.

Die Berechnung der Maschinenlaufzeiten für das Bohren erfolgt nach denselben Grundsätzen wie für das Drehen, nur daß statt der Drehlänge hier die Tiefe für das zu bohrende Loch oder die An- oder Einfräsung einzusetzen ist.

Im folgenden bedeutet:

L = Tiefe oder Länge des zu bohrenden Loches (mm),

L_a = Tiefe der An- oder Einfräsung (mm),

n = Umlaufzahl des Werkzeuges (oder Werkstücks) in der Minute,

s = Vorschub/Umdrehung (mm),

x = Länge der Bohrerspitze,

x_1 = Länge der Bohrerspitze des zweiten Bohrers bei vorgebohrten oder vorgegossenen Löchern,

x_2 = Länge der Gewindebohreranschrägung zuzüglich 2 bis 3 Gängen, je nach der Steigung des Gewindebohrers,

i = Anzahl der Gewindebohrer (z. B. ist bei Vorhandensein von Vorbohrer, Mittelbohrer, Nachbohrer $i = 3$).

Unter Berücksichtigung der Gleichung (29) für das Langdrehen erhält man für die Berechnung der Laufzeiten beim Lochbohren folgende Gleichungen:

Beim Bohren in das Volle (Abb. 71):

$$t = \frac{L + x}{n \cdot s} \dots \dots \dots 49a)$$

Für vorzubohrende Löcher, Abb. 72:

$$t = \frac{L + x + (x_1 - x)}{n \cdot s} = \frac{L + x_1}{n \cdot s} \dots \dots \dots 49b)$$

Für das Bohren in vorgebohrte oder vorgegessene Löcher, Abb.73:

$$t = \frac{L + (x_1 - x)}{n \cdot s} \dots \dots \dots 49c)$$

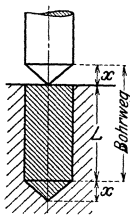


Abb. 71.

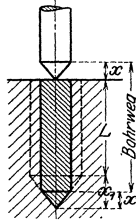


Abb. 72.

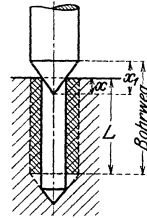


Abb. 73.

An- oder Einfräsungen werden, wie bekannt, mit dem Bohrer oder Zapfenbohrer ausgeführt.

Die Gleichung zur Zeitbestimmung lautet:

$$t = \frac{L_a}{n \cdot s} \dots \dots \dots 49d)$$

Beim Gewindeschneiden mit der Bohrmaschine werden 1, 2, 3 oder noch mehrere Gewindebohrer benutzt (Vor-, Mittel-, Nachbohrer). Bei der Zeitbestimmung ist nicht allein die auf der Zeichnung angegebene Tiefe des Gewindes zu berücksichtigen, sondern es kommt noch die Länge des angeschrägten Teiles des Gewindebohrers und mindestens die Höhe von 2 oder 3 Gängen des Gewindebohrers (also 2 bis 3mal Steigung) dazu. Viele Gewinde werden auch mit dem Mutterbohrer geschnitten; in diesem Falle ist die Länge des Mutterbohrers als Tiefe einzusetzen.

Als Vorschub wird die Gewindesteigung in mm eingesetzt.

Die Gleichungen zur Zeitbestimmung lauten:

für Sackgewinde (d. h. nicht durchgehendes Gewinde), geschnitten mit einer Anzahl von *i* Bohrern, wobei die Rücklaufgeschwindigkeit gleich dem Vorlauf:

$$T = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} \cdot 2 \dots \dots \dots 49e)$$

für durchgehendes Gewinde, mit einem Gewindebohrer geschnitten, wenn kein Rücklauf nötig ist:

$$t = \frac{L + x_2}{n \cdot s} \dots \dots \dots 49f)$$

für durchgehendes Gewinde, mit mehreren Gewindebohrern geschnitten, wenn Rücklauf gleich Vorlauf:

$$T = \frac{(L + x_2) \cdot i}{n \cdot s} \cdot 2 \dots \dots \dots 49g)$$

Die Zeit für das Ausreiben wird ebenso berechnet wie für das Bohren, nur daß statt der Länge der Bohrerspitze die Anchrägung der Reibahle und ein gewisser Ausfahrweg einzusetzen ist.

Für die Zeitbestimmung gilt die Gleichung

$$t = \frac{L + x}{n \cdot s} \dots \dots \dots 49h)$$

Für die Bestimmung der Zeit zum Bohren von Löchern kommt es, wie schon bemerkt, nicht nur auf Werkstoff, Geschwindigkeit und Vorschub an, sondern es ist auch die Länge der Spitze des Bohrers von Einfluß.

Bei den in allen Betrieben benutzten Spiralbohrern beträgt der Spitzenwinkel stets etwa 116°. Bei Spitzenbohrern ist der Winkel besonders zu bestimmen. Wenn der Spitzenwinkel bekannt ist, kann die Länge der Bohrerspitze berechnet werden aus dem rechtwinkligen Dreieck, dessen eine Kathete der Halbmesser des Bohrers, dessen andere die Spitzenlänge x ist und in dem der Winkel a (siehe Abb. 74) gleich dem halben Spitzenwinkel (bei Spiralbohrern $\frac{116}{2} = 58^\circ$) ist.

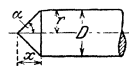


Abb. 74.

Es ist also:

$$x = r \cdot \text{ctg } a \dots \dots \dots (50)$$

und bei Spiralbohrern:

$$x = r \cdot \text{ctg } 58^\circ \dots \dots \dots (51)$$

Beispiel: Wie lang ist die Bohrerspitze eines Spiral-Bohrers von 30 mm Durchmesser?

$$\text{ctg } 58^\circ = 0,62487$$

$$x = 15 \cdot 0,62487 = 9,373 \text{ mm} = \text{rund } 9,4 \text{ mm}$$

Auf dem Schaubild Abb. 75 läßt sich die Spitzenlänge von Spiralbohrern ohne Berechnung ablesen.

Das Bohren ist eine der am häufigsten vorkommenden Arbeiten. Es wäre daher Zeitverschwendung, wenn man jede Bohrerarbeit mit Hilfe der aufgestellten Gleichungen berechnen würde. Aus diesem Grunde sind unter Berücksichtigung von praktischen Durchschnittswerten und der obigen Gleichungen die folgenden Tafeln aufgestellt worden.

Darin sind die Zeitangaben ohne Berücksichtigung der Spitzenlänge des Bohrers angegeben. Um bei Gewindebohrern für die in Rechnung zu stellende Länge der Anchrägung wenigstens einen Anhalt zu bieten, sind diese Längen in den Tafeln 39a und b für verschiedene

Bohrerarten enthalten; doch ist dabei zu beachten, daß diese Werte bei Bohrern verschiedener Herkunft nicht genau gleich sind und im übrigen einheitlich genormt werden.

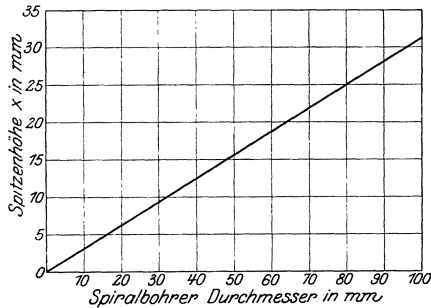


Abb. 75.

Die Tabellen 41—46 enthalten Zeitangaben für das Bohren von Löchern in den vollen Werkstoff. Die Werte oberhalb der Striche sind ausschließlich, unterhalb einschließlich der Zeit für das „Ausfahren“ gerechnet. „Ausfahren“ bedeutet das Herausziehen, Reinigen und Wiedereinbringen des Bohrers während der Arbeit. Beim Bohren in Grauguß kommt man mit mittelstarken Maschinen bis zu einem Durchmesser von 55 mm ohne Vorbohren, also mit einem Arbeitsgang aus, mit starken Maschinen bis zum Durchmesser von 75 mm. Beim Bohren in Stahl sind die entsprechenden Durchmesser 40 bzw. 55 mm. Für größere Durchmesser als die genannten empfiehlt sich das Vorbohren mit einem Bohrer von 20—25 mm Durchmesser; für das Ausbohren der vorgegossenen oder vorgebohrten Löcher sind dann nur $\frac{2}{3}$ der in den Tafeln enthaltenen Zeitangaben einzusetzen, weil man hierbei mit größerem Vorschub arbeiten kann.

Beispiel: Es ist ein Loch von $D = 70$ in Stahlguß 150 mm tief nach Riß zu bohren.

Man bohrt mit einem Spiralbohrer von $D = 22$ mm vor und mit einem ebensolchen von $D = 70$ mm fertig.

Die Länge der Bohrspitze für $D = 22$ ist $x = 7$ mm

für $D = 70$ ist $x = 22$ mm.

Daher ist beim Vorbohren $L = 150 + 7 = 157$ mm. Nach Tabelle 46 ist: $t = 10,9$ Minuten.

Da bereits vorgebohrt ist, beträgt die Bohrtiefe für das Fertigbohren (s. Gleichung 48) $L = 150 + 22 - 7 = 165$ mm. Nach Tabelle 46 ist: $t = 21,3$ Min., hiervon $\frac{2}{3} = 14,2$ Min. Das Bohren des Loches dauert also $10,9 + 14,2 = 25,1$ Min.

Für das Bohren mit dem Spiralbohrer an Wagerecht-Bohr- und Fräswerken ist ein Zuschlag von 10% zu den Zeitangaben der Tabellen hinzuzurechnen.

b) Tabellen mit Zeitangaben.

Tabelle Nr. 37.

Schnittgeschwindigkeiten für Arbeiten an Bohrmaschinen.

Werkstoff	Bohren	Reiben	Gewinde- schneiden	An- oder Einfräsen, Versenken
	Meter i. d. Minute			
Grauguß	18	5	4,8	9
Messing, Aluminium	30	12	9	15
Stahlguß	15	3	4,2	7
Schmiedeeisen	20	4	5,4	8
Temperguß				
Chromnickelstahl 60 kg/qmm	15	3	4,2	7
„ 70 „	12	2,4	3,6	6
„ 80 „	9	2,1	3	5,4
„ 90 „	7,5	1,1	2,4	4,8
Werkzeugstahl	9,6	2,8	2,1	4,5
Bronze	27	9,6	9	12

Tabelle Nr. 38.

Länge der Ansträgung und Gewindelänge einschl. Ansträgung an verschiedenen Gewindebohrern.

1. Gewöhl. Gewindebohrer für S.-J.- oder Withworth-Gewinde.

Gewinde- Durchmess. in Zoll	Ansträgung plus 2—3 Gänge für Gewindebohrer Nr.				Gangzahl je Zoll. engl.	Ganze Ge- windelänge einschl. Ansträgung mm
	1	2	3	4		
	mm	mm	mm	mm		
$\frac{3}{16}$	10	7	6		24	25
$\frac{1}{4}$	12	9	7		20	28
$\frac{5}{16}$	13	11	9		18	30
$\frac{3}{8}$	14	11	9		16	33
$\frac{7}{16}$	16	13	11		14	35
$\frac{1}{2}$	19	15	13		12	40
$\frac{5}{8}$	21	16	14		11	45
$\frac{3}{4}$	23	18	15		10	50
$\frac{7}{8}$	25	20	17		9	58
1	28	22	19		8	65
$1\frac{1}{8}$	32	25	22		7	70
$1\frac{1}{4}$	32	25	22		7	75
$1\frac{3}{8}$	38	30	25		6	80
$1\frac{1}{2}$	38	30	25		6	85
$1\frac{5}{8}$	45	35	30		5	90
$1\frac{3}{4}$	45	35	30		5	95
$1\frac{7}{8}$	50	40	34		4,5	100
2	50	40	34		4,5	105
$2\frac{1}{4}$	57	45	38	38	4	110
$2\frac{1}{2}$	57	45	38	38	4	115
$2\frac{3}{4}$	65	51	44	44	3,5	120
3	65	51	44	44	3,5	125
$3\frac{1}{4}$	70	54	46	46	3,25	130
$3\frac{1}{2}$	70	54	46	46	3,25	135
$3\frac{3}{4}$	75	56	48	48		140
4	75	56	48	48		150

Fortsetzung von Tabelle Nr. 38.

2. Gewöhl. Gewindebohrer für Gas-Gewinde.

Gewinde- Durchmess. in Zoll	Anschrägung plus 2—3 Gänge für Gewindebohrer Nr.				Gangzahl je Zoll. engl.	Ganze Ge- windelänge einschl. An- schrägung mm
	1	2	3	4		
	mm	mm	mm	mm		
$\frac{1}{8}$	15	5			28	33
$\frac{1}{4}$	16	7			19	35
$\frac{3}{8}$	18	7			19	38
$\frac{1}{2}$	20	9			14	40
$\frac{5}{8}$	21	9			14	43
$\frac{3}{4}$	22	9			14	45
$\frac{7}{8}$	23	9			14	48
1	25	12			11	50
$1\frac{1}{8}$	26	12				53
$1\frac{1}{4}$	27	12				55
$1\frac{3}{4}$	28	12				58
$1\frac{3}{5}$	30	12				60
$1\frac{1}{2}$	31	12				63
$1\frac{3}{4}$	33	12				65
2	35	12				70
$2\frac{1}{4}$	38	12				75
$2\frac{1}{2}$	40	12				80
$2\frac{3}{4}$	42	12			85	
3						

Tabelle Nr. 39.

1. Mutter-Gewindebohrer für Withworth-Gewinde.

Gewinde- Durchmesser	Länge des zylindrischen Gewindes	Länge der Anschrägung	Ganze Gewinde- länge einschl. Anschrägung
	Zoll	mm	mm
$\frac{3}{16}$	9	27	36
$\frac{1}{4}$	10	32	42
$\frac{5}{16}$	12	36	48
$\frac{3}{8}$	14	40	54
$\frac{7}{16}$	15	45	60
$\frac{1}{2}$	17	48	65
$\frac{5}{8}$	19	56	75
$\frac{3}{4}$	21	63	84
$\frac{7}{8}$	24	72	96
1	27	81	108
$1\frac{1}{8}$	30	90	120
$1\frac{1}{4}$	32	100	132
$1\frac{3}{8}$	34	108	142
$1\frac{1}{2}$	38	117	155
$1\frac{5}{8}$	42	126	168
$1\frac{3}{4}$	45	135	180
$1\frac{7}{8}$	48	144	192
2	51	153	204
$2\frac{1}{4}$	56	166	222
$2\frac{1}{2}$	60	180	240
$2\frac{3}{4}$	65	193	258
3	69	207	276

Fortsetzung von Tabelle Nr. 39.

2. Mutter-Gewindebohrer für Gas-Gewinde.

Gewinde-Durchmesser	Länge des zylindrischen Gewindes	Länge der Anschrägung	Ganze Gewindelänge einschl. Anschrägung
Zoll	mm	mm	mm
$\frac{1}{8}$	10	32	42
$\frac{1}{4}$	11	35	46
$\frac{3}{8}$	12	38	50
$\frac{1}{2}$	14	40	54
$\frac{5}{8}$	15	43	58
$\frac{3}{4}$	16	46	62
$\frac{7}{8}$	17	49	66
1	18	52	70

Bei der Berechnung der Stücklöhne ist darauf zu achten, daß, wenn die Gewindelöcher vorgebohrt sind, die Gewindebohrer ein Stück weit hinein gehen, ohne zu schneiden.

Tabelle Nr. 40.

Durchschnittszeiten für wiederkehrende Arbeiten an Bohrmaschinen.

Bohrer-Durchmess. mm	Bohrer-wechsel	Verstellen des Schwenkarmes an Radial-Bohrmaschinen			Nachhauen des angebohrten Loches
		leichte Maschinen	mittlere Maschinen	schwere Maschinen	
Zeit in Minuten					
5—10	0,2	0,3	0,4	0,6	0,3
11—15	0,2				0,4
16—20	0,2				0,5
21—25	0,25				0,6
26—30	0,25				0,7
30—35	0,3				0,8
36—40	0,3				0,9
41—45	0,3				1,0
46—50	0,3				1,1
51—55	0,35				1,2
56—60	0,35	—			
61—65	0,35	—			
66—70	0,4	—			
71—75	0,4	—			
76—80	0,4	—			

Die Zeitangaben in der Spalte „Bohrerwechsel“ beziehen sich auf das Arbeiten mit Schnellwechselfutter.

Tabelle Nr. 41.

Zeiten für Bohren mit Lehre. Werkstoff: Grauguß.Bis 55 mm \varnothing ohne Vorbohren an mittleren Maschinen.„ 71 „ \varnothing „ „ „ starken „

Alle Werte unter dem Strich sind einschl. „Ausfahren“ berechnet (s. S. 124).

Tiefe mm	Bohrer-Durchmesser in mm													
	5— 10	10— 15	15— 20	20— 25	25— 30	30— 35	35— 40	40— 45	45— 50	50— 55	55— 60	60— 65	65— 70	70— 75
	Zeit in Minuten für ein Loch													
5	0,4	0,4	0,5											
10	0,5	0,5	0,6	0,7										
15	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8									
20	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,3							
25	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,5	1,6	1,7					
30	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4			
35	1,0	1,1	1,2	1,4	1,4	1,5	2,0	2,1	2,2	2,5	2,7	2,9	3,1	
40	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	2,2	2,3	2,5	2,8	3,1	3,3	3,5	3,6
45	1,2	1,3	1,5	1,7	1,8	1,9	2,4	2,6	2,8	3,1	3,4	3,6	3,9	4,1
50	1,3	1,4	1,7	1,8	1,9	2,0	2,7	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,5
55	1,4	1,6	1,8	2,0	2,1	2,2	2,9	3,1	3,4	3,7	4,1	4,4	4,7	4,9
60	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,4	3,2	3,3	3,6	4,1	4,4	4,7	5,1	5,3
65	1,6	1,8	2,1	2,3	2,4	2,5	3,4	3,6	3,9	4,4	4,8	5,1	5,5	5,7
70	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6	2,7	3,6	3,8	4,2	4,7	5,1	5,5	5,9	6,1
75	1,8	2,0	2,3	2,6	2,8	2,9	3,9	4,1	4,5	5,0	5,5	5,9	6,3	6,6
80		2,1	2,5	2,7	2,9	3,1	4,1	4,3	4,7	5,3	5,8	6,2	6,7	7,0
85		2,2	2,6	2,9	3,1	3,2	4,3	4,6	5,0	5,6	6,2	6,6	7,1	7,4
90		2,3	2,7	3,0	3,3	3,4	4,6	4,8	5,3	5,9	6,5	7,0	7,5	7,8
95		2,9	2,9	3,2	3,4	3,6	4,8	5,1	5,6	6,2	6,9	7,3	7,9	8,2
100		3,0	3,0	3,3	3,6	3,8	5,1	5,3	5,9	6,6	7,2	7,7	8,3	8,6
105			3,1	3,5	3,8	3,9	5,3	5,6	6,1	6,9	7,6	8,1	8,7	9,1
110			3,3	3,6	3,9	4,1	5,5	5,8	6,4	7,2	7,9	8,5	9,1	9,5
115			3,9	3,8	4,0	4,3	5,8	6,1	6,7	7,5	8,3	8,8	9,5	9,9
120			4,0	3,9	4,2	4,4	6,0	6,3	7,0	7,8	8,6	9,2	9,9	10,3
125			4,7	4,6	4,4	4,6	6,2	6,6	7,3	8,1	9,0	9,6	10,3	10,7
130			4,8	4,7	4,5	4,8	6,5	6,8	7,5	8,4	9,3	9,9	10,7	11,1
135			5,4	5,3	5,4	5,0	6,7	7,1	7,8	8,7	9,7	10,3	11,1	11,6
140			5,6	5,5	5,6	5,1	7,0	7,3	8,1	9,1	10,0	10,7	11,5	12,0
145			6,3	6,2	5,7	6,0	7,2	7,6	8,4	9,4	10,4	11,1	11,9	12,4
150			6,4	6,3	6,7	6,2	8,1	7,8	8,7	9,7	10,7	11,4	12,3	12,8
155			7,0	7,0	6,9	6,4	8,4	8,1	9,0	10,0	11,1	11,8	12,7	13,2
160			7,2	7,1	7,0	7,3	8,6	8,3	9,3	10,3	11,4	12,2	13,1	13,6
165			7,8	7,8	7,9	7,5	9,6	9,6	9,6	10,6	11,8	12,5	13,5	14,1
170			7,9	7,9	8,1	7,7	9,9	9,8	9,9	10,9	12,1	12,9	13,9	14,5
175			8,6	8,6	8,2	8,5	10,1	10,1	11,1	12,2	12,5	13,3	14,3	14,9
180			8,7	8,7	9,1	8,7	11,1	10,3	11,4	12,6	12,8	13,7	14,7	15,3
185			9,3	9,4	9,3	8,9	11,3	11,6	11,7	12,9	14,4	14,0	15,1	15,7
190			9,4	9,5	9,5	9,9	11,5	11,8	12,0	13,2	14,7	14,4	15,5	16,1
195			10,1	10,2	10,3	10,0	12,6	12,1	13,3	14,5	15,1	14,8	15,9	16,6
200			10,2	10,3	10,5	10,2	12,8	12,3	13,5	14,8	15,4	15,1	16,3	17,0

Fortsetzung von Tabelle Nr. 41.

Tiefe mm	Bohrer-Durchmesser in mm													
	5— 10	10— 15	15— 20	20— 25	25— 30	30— 35	35— 40	40— 45	45— 50	50— 55	55— 60	60— 65	65— 70	70— 75
	Zeit in Minuten für ein Loch													
205			10,8	11,0	10,7	11,1	13,0	13,6	13,8	15,1	15,8	15,5	16,7	17,4
210			11,0	11,1	11,6	11,3	14,0	13,8	14,1	15,4	17,4	15,6	17,1	17,8
215			11,7	11,8	11,8	11,4	14,3	14,1	15,4	16,7	17,8	16,3	17,5	18,2
220			11,8	11,9	12,0	12,4	14,5	14,3	15,7	17,1	18,1	16,6	17,9	18,6
225			12,4	12,6	12,8	12,6	15,6	15,6	16,0	17,4	18,5	18,2	19,5	20,3
230			12,6	12,7	13,0	12,7	15,8	15,8	16,3	17,7	18,8	18,6	19,9	20,7
235			13,2	13,4	13,2	13,6	16,0	16,1	17,6	19,0	20,4	18,9	20,3	21,1
240			13,3	13,5	14,1	13,8	17,0	16,3	17,9	19,3	20,7	19,3	20,7	21,5
245			14,0	14,2	14,2	14,0	17,2	17,6	18,1	19,6	21,1	19,7	21,1	21,9
250			14,1	14,3	14,4	14,9	17,4	17,8	18,4	19,9	21,4	21,4	22,8	23,6
255				15,0	15,3	15,1	18,5	18,1	19,7	21,2	21,8	21,7	23,2	24,1
260				15,1	15,4	15,3	18,7	18,3	20,0	21,6	23,4	22,1	23,6	24,5
265				15,8	15,6	16,2	18,8	19,6	20,3	21,9	23,8	22,5	24,0	24,9
270				15,9	16,6	16,3	19,7	19,8	20,5	22,2	24,1	22,8	24,4	25,3
275				16,6	16,7	16,5	19,9	20,1	21,8	23,5	24,5	24,4	26,0	26,9
280				16,7	16,9	17,5	20,2	20,3	22,1	23,8	24,8	24,8	26,4	27,3
285				17,4	17,8	17,6	21,2	21,6	22,4	24,1	26,4	25,2	26,8	27,8
290				17,5	17,9	17,8	21,4	21,8	22,7	24,4	26,7	25,5	27,2	28,2
295				18,2	18,1	18,7	21,7	22,1	24,0	25,7	27,1	25,9	27,6	28,6
300				18,3	19,1	18,9	22,6	22,3	24,3	26,1	27,4	27,6	29,3	30,3

Tabelle Nr. 42.

Zeiten für Bohren nach RiB. Werkstoff: Grauguß.

Bis 55 mm \varnothing ohne Vorböhrn an mittleren Maschinen.„ 75 „ \varnothing „ „ „ „ starken „

Alle Werte unter dem Strich sind einschl. „Ausfahren“ gerechnet (s. S. 124).

Tiefe mm	Bohrer-Durchmesser in mm													
	5— 10	10— 15	15— 20	20— 25	25— 30	30— 35	35— 40	40— 45	45— 50	50— 55	55— 60	60— 65	65— 70	70— 75
	Zeit in Minuten für ein Loch													
5	0,8													
10	0,9	1,1	1,5	1,8										
15	1,0	1,2	1,6	1,9	2,2									
20	1,1	1,4	1,7	2,0	2,4	2,6	3,2							
25	1,2	1,5	1,9	2,2	2,5	2,8	3,4	3,7	4,1					
30	1,3	1,6	2,0	2,3	2,7	2,9	3,6	3,9	4,4	4,8	5,3			
35	1,4	1,7	2,1	2,5	2,8	3,1	3,9	4,2	4,6	5,1	5,6	6,0	6,5	
40	1,5	1,8	2,3	2,6	3,0	3,3	4,1	4,4	4,9	5,4	6,0	6,4	6,9	7,2
45	1,6	1,9	2,4	2,8	3,2	3,5	4,3	4,7	5,2	5,7	6,3	6,7	7,3	7,7
50	1,7	2,0	2,6	2,9	3,3	3,6	4,6	4,9	5,5	6,0	6,6	7,1	7,7	8,1
55	1,8	2,2	2,7	3,1	3,5	3,8	4,8	5,2	5,8	6,3	7,0	7,5	8,1	8,5
60	1,9	2,3	2,8	3,2	3,7	4,0	5,1	5,4	6,0	6,7	7,3	7,8	8,5	8,9
65	2,0	2,4	3,0	3,4	3,8	4,1	5,3	5,7	6,3	7,0	7,7	8,2	8,9	9,3
70	2,1	2,5	3,1	3,5	4,0	4,3	5,5	5,9	6,6	7,3	8,0	8,6	9,3	9,7
75	2,2	2,6	3,2	3,7	4,2	4,5	5,8	6,2	6,9	7,6	8,4	9,0	9,7	10,2

Fortsetzung von Tabelle Nr. 42.

Tiefe mm	Bohrer-Durchmesser in mm													
	5— 10	10— 15	15— 20	20— 25	25— 30	30— 35	35— 40	40— 45	45— 50	50— 55	55— 60	60— 65	65— 70	70— 75
	Zeit in Minuten für ein Loch													
80	2,7	3,4	3,8	4,3	4,7	6,0	6,4	7,1	7,9	8,7	9,3	10,1	10,6	
85	2,8	3,5	4,0	4,5	4,8	6,2	6,7	7,4	8,2	9,1	9,7	10,5	11,0	
90	2,9	3,6	4,1	4,7	5,0	6,5	6,9	7,7	8,5	9,4	10,1	10,9	11,4	
95	3,5	3,8	4,3	4,8	5,2	6,7	7,2	8,0	8,8	9,8	10,4	11,3	11,8	
100	3,6	3,9	4,4	5,0	5,4	7,0	7,4	8,3	9,2	10,1	10,8	11,7	12,2	
105		4,0	4,6	5,2	5,5	7,2	7,7	8,5	9,5	10,5	11,2	12,1	12,7	
110		4,2	4,7	5,3	5,7	7,4	7,9	8,8	9,8	10,8	11,6	12,5	13,1	
115		4,8	4,9	5,4	5,9	7,7	8,2	9,1	10,1	11,2	11,9	12,9	13,5	
120		4,9	5,0	5,6	6,0	7,9	8,4	9,4	10,4	11,5	12,3	13,3	13,9	
125		5,6	5,7	5,8	6,2	8,1	8,7	9,7	10,7	11,9	12,7	13,7	14,3	
130		5,7	5,8	5,9	6,4	8,4	8,9	9,9	11,0	12,2	13,0	14,1	14,7	
135		6,3	6,5	6,8	6,6	8,6	9,2	10,2	11,3	12,6	13,4	14,5	15,2	
140		6,5	6,6	7,0	6,7	8,9	9,4	10,5	11,7	12,9	13,8	14,9	15,6	
145		7,2	7,3	7,1	7,6	9,1	9,7	10,8	12,0	13,3	14,2	15,3	16,0	
150		7,3	7,4	8,1	7,8	10,0	9,9	11,1	12,3	13,6	14,5	15,7	16,4	
155		7,9	8,1	8,3	8,0	10,3	10,2	11,4	12,6	14,0	14,9	16,1	16,8	
160		8,1	8,2	8,4	8,9	10,5	10,4	11,7	12,9	14,3	15,3	16,5	17,2	
165		8,7	8,9	9,3	9,1	11,5	11,7	12,0	13,2	14,7	15,6	16,9	17,7	
170		8,8	9,0	9,5	9,3	11,8	11,9	12,3	13,5	15,0	16,0	17,3	18,1	
175		9,5	9,7	9,6	10,1	12,0	12,2	13,5	14,8	15,4	16,4	17,7	18,5	
180		9,6	9,8	10,5	10,3	13,0	12,4	13,8	15,2	15,7	16,8	18,1	18,9	
185		10,2	10,5	10,7	10,5	13,2	13,7	14,1	15,5	17,3	17,1	18,5	19,7	
190		10,3	10,6	10,7	11,5	13,4	13,9	14,4	15,8	17,6	17,5	18,9	19,2	
195		11,0	11,3	11,7	11,6	14,5	14,2	15,7	17,1	18,0	17,9	19,3	20,3	
200		11,1	11,4	11,9	11,8	14,7	14,4	15,9	17,4	18,3	18,2	19,7	20,6	
205		11,7	12,1	12,1	12,7	14,9	15,7	16,2	17,7	18,7	18,6	20,1	21,0	
210		11,9	12,2	13,0	12,9	15,9	15,9	16,5	18,0	20,3	19,0	20,5	21,4	
215		12,6	12,9	13,2	13,0	16,2	16,2	17,8	19,3	20,7	19,4	20,9	21,8	
220		12,7	13,0	13,4	14,0	16,4	16,4	18,1	19,7	21,0	19,7	21,3	22,2	
225		13,3	13,7	14,2	14,2	17,5	17,7	18,4	21,0	21,4	21,3	22,9	23,9	
230		13,5	13,8	14,4	14,3	17,7	17,9	18,7	21,3	21,7	21,7	23,3	24,3	
235		14,1	14,5	14,6	15,2	17,9	18,2	20,0	22,6	23,3	22,0	23,7	24,7	
240		14,2	14,6	15,5	15,4	18,9	18,4	20,3	22,9	23,6	22,4	24,1	25,1	
245		14,9	15,3	15,6	15,6	19,1	19,7	20,5	23,2	24,0	22,8	24,5	25,5	
250		15,0	15,4	15,8	16,5	19,3	19,9	20,8	23,5	24,3	24,5	26,2	27,2	
255		16,0	16,7	16,7	20,4	20,2	22,1	24,8	24,7	24,8	26,6	27,7		
260		16,2	16,8	16,9	20,6	20,4	22,4	25,2	26,3	25,2	27,0	28,1		
265		16,9	17,0	17,8	20,7	21,7	22,7	25,5	26,7	25,6	27,4	28,5		
270		17,0	18,0	17,9	21,6	21,9	22,9	25,8	27,0	25,9	27,8	28,9		
275		17,7	18,1	18,1	21,8	22,2	24,2	27,1	27,4	27,5	29,4	30,5		
280		17,8	18,3	19,1	22,1	22,4	24,5	27,4	27,7	27,9	29,3	30,9		
285		18,5	19,2	19,2	23,1	23,7	24,8	27,7	29,3	28,3	30,2	31,4		
290		18,6	19,3	19,4	23,3	23,9	25,1	28,0	29,6	28,6	30,6	31,8		
295		19,3	19,5	20,3	23,6	24,2	26,4	29,3	30,0	29,0	31,0	32,2		
300		19,4	20,5	20,5	24,5	24,4	26,7	29,7	30,3	30,7	32,7	33,9		

Tabelle Nr. 43.

Zeiten für Bohren mit Lehre. Werkstoff: Maschinenstahl.

Bis 40 mm \varnothing ohne Vorbohren an mittleren Maschinen.„ 55 „ \varnothing „ „ „ starken „

Alle Werte unter dem Strich sind einschl. „Ausfahren“ gerechnet (s. S. 124).

Tiefe mm	Bohrer-Durchmesser in mm													
	5- 10	10- 15	15- 20	20- 25	25- 30	30- 35	35- 40	40- 45	45- 50	50- 55	55- 60	60- 65	65- 70	70- 75
	Zeit in Minuten für ein Loch													
5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8
10	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3
15	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,7
20	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	1,6	1,8	2,0	2,1	2,2
25	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,8	1,9	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,6
30	1,2	1,3	1,4	1,6	1,6	1,7	2,1	2,2	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,1
35	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	1,9	2,4	2,5	2,5	2,7	3,0	3,2	3,5	3,6
40	1,5	1,6	1,8	2,0	2,0	2,2	2,7	2,8	2,8	3,1	3,4	3,6	3,9	4,1
45	1,6	1,8	2,0	2,2	2,3	2,4	2,9	3,1	3,1	3,4	3,8	4,0	4,4	4,6
50	1,8	1,9	2,2	2,4	2,5	2,6	3,2	3,4	3,4	3,8	4,1	4,5	4,8	5,1
55	1,9	2,1	2,4	2,6	2,7	2,9	3,5	3,7	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,5
60	2,1	2,3	2,6	2,8	2,9	3,1	3,8	4,0	4,0	4,4	4,9	5,3	5,8	6,0
65	2,2	2,4	2,8	3,0	3,1	3,3	4,1	4,4	4,4	4,8	5,3	5,7	6,2	6,5
70	2,4	2,6	2,9	3,2	3,3	3,6	4,4	4,7	4,7	5,1	5,7	6,1	6,7	7,0
75	2,5	2,8	3,1	3,4	3,6	3,8	4,7	5,0	5,0	5,5	6,1	6,6	7,1	7,5
80	2,9	3,3	3,6	3,8	4,0	5,0	5,3	5,3	5,8	6,5	7,0	7,6	7,9	
85	3,1	3,5	3,8	4,0	4,3	5,3	5,6	5,6	6,2	6,8	7,4	8,0	8,4	
90	3,3	3,7	4,1	4,2	4,5	5,6	5,9	5,9	6,5	7,2	7,8	8,5	8,9	
95	3,9	3,9	4,3	4,4	4,7	5,9	6,2	6,2	6,9	7,6	8,2	8,9	9,3	
100	4,1	4,1	4,5	4,7	5,0	6,2	6,5	6,5	7,2	8,0	8,6	9,4	9,8	
105		4,3	4,7	4,9	5,2	6,4	6,9	6,9	7,6	8,4	9,1	9,8	10,3	
110		4,5	4,9	5,1	5,4	6,8	7,2	7,2	7,9	8,8	9,5	10,3	10,8	
115		5,1	5,1	5,3	5,7	7,1	7,5	7,5	8,3	9,2	9,9	10,7	11,3	
120		5,3	5,3	5,5	5,9	7,4	7,8	7,8	8,6	9,5	10,3	11,2	11,7	
125		6,0	6,0	5,7	6,1	7,7	8,1	8,1	9,0	9,9	10,7	11,6	12,2	
130		6,2	6,2	6,0	6,4	8,0	8,4	8,4	9,3	10,3	11,1	12,1	12,7	
135		6,9	6,9	6,9	6,6	8,3	8,7	8,7	9,7	10,7	11,6	12,5	13,1	
140		7,1	7,1	7,1	6,8	8,6	9,0	9,0	10,0	11,1	12,0	13,0	13,6	
145		7,8	7,8	7,3	7,8	8,9	9,4	9,4	10,4	11,5	12,4	13,4	14,1	
150		8,0	8,1	8,3	8,0	9,9	9,7	9,7	10,7	11,9	12,8	13,9	14,6	
155		8,7	8,8	8,5	8,2	10,2	10,0	10,0	11,1	12,2	13,2	14,3	15,1	
160		8,8	9,0	8,8	9,3	10,5	10,3	10,3	11,4	12,6	13,6	14,8	15,5	
165		9,5	9,7	9,7	9,5	11,5	11,6	10,6	11,8	13,0	14,1	15,2	15,9	
170		9,7	9,9	9,9	9,7	11,8	11,9	10,9	12,1	13,4	14,5	15,6	16,4	
175		10,4	10,6	10,1	10,7	12,1	12,2	12,2	13,5	13,8	14,9	16,1	16,8	
180		10,6	10,8	11,1	10,9	13,1	12,5	12,5	13,8	14,2	15,3	16,5	17,3	
185		11,3	11,5	11,3	11,1	13,4	13,9	12,9	14,2	15,8	15,7	17,0	17,8	
190		11,5	11,7	11,6	12,2	13,7	14,2	13,2	14,5	16,1	16,1	17,4	18,3	
195		12,2	12,4	12,5	12,4	14,8	14,5	14,5	15,9	16,5	16,6	17,9	18,8	
200		12,4	12,6	12,7	12,6	15,1	14,8	14,8	16,2	16,9	17,0	18,3	19,2	

Tabelle Nr. 47.

Zeiten für das Anfräsen mit Bohrmesser oder Zapfenbohrer,
sowie für das Einsenken.

Durchmess. der Anfräsung mm	Grauguß		Schmied- eisen		Stahlguß		Einsenken für Stiftschrauben in Grauguß		
	oben	unten	oben	unten	oben	unten	Durchm. in Zoll	Zeit in Min. für ein Loch	
	Zeit in Minuten für eine Anfräsung								
10	0,5	0,7	0,8	1,2	1,1	1,6			
15	0,55	0,7	0,9	1,35	1,25	1,7			
20	1,6	0,8	1,0	1,5	1,4	1,9			
25	0,65	0,9	1,1	1,65	1,5	2,1	$\frac{3}{8}$	0,5	
30	0,7	1,0	1,2	1,8	1,6	2,3			
35	0,75	1,1	1,3	1,95	1,7	2,45	$\frac{1}{2}$	0,5	
40	0,8	1,2	1,4	2,1	1,8	2,6			
45	0,88	1,3	1,5	2,25	1,9	2,8	$\frac{5}{8}$	0,5	
50	0,96	1,4	1,6	2,4	2,0	3,0			
55	1,04	1,5	1,68	2,52	2,08	3,1	$\frac{3}{4}$	0,55	
60	1,12	1,62	1,76	2,65	2,16	3,2			
65	1,2	1,75	1,84	2,77	2,24	3,3	$\frac{7}{8}$	0,55	
70	1,28	1,87	1,92	2,9	2,32	3,4			
75	1,36	2,0	2,0	3,02	2,4	3,5	1	0,60	
80	1,44	2,15	2,08	3,15	2,48	3,6			
85	1,52	2,28	2,16	3,27	2,56	3,7	$1\frac{1}{8}$	0,65	
90	1,6	2,4	2,24	3,4	2,64	3,8			
95	1,68	2,5	2,32	3,5	2,72	3,9	$1\frac{1}{4}$	0,7	
100	1,76	2,6	2,4	3,6	2,8	4,0			
105	1,84	2,72	2,48	3,72	2,88	4,1	$1\frac{3}{8}$	0,75	
110	1,92	2,85	2,56	3,85	2,92	4,2			
115	2,0	2,97	2,64	3,97	3,0	4,3	$1\frac{1}{2}$	0,8	
120	2,08	3,1	2,72	4,1	3,1	4,4			
125	2,16	3,22	2,8	4,22	3,2	4,5	$1\frac{5}{8}$	0,8	
130	2,24	3,35	2,88	4,35	3,28	4,6			
135	2,32	3,47	2,96	4,47	3,36	4,7	$1\frac{3}{4}$	0,85	
140	2,4	3,6	3,04	4,6	3,44	4,8			
145	2,48	3,72	3,12	4,7	3,52	4,9	$1\frac{7}{8}$	0,85	
150	2,56	3,85	3,2	4,8	3,6	5,0			
155	2,64	3,97	3,28	4,88	3,68	5,1	2	0,9	
160	2,72	4,1	3,36	4,96	3,76	5,2			
165	2,8	4,23	3,44	5,04	3,84	5,3	$2\frac{1}{4}$	0,9	
170	2,88	4,35	3,52	5,12	3,92	5,4			
175	2,96	4,47	3,6	5,2	4,0	5,5	$2\frac{1}{2}$	0,95	
180	3,04	4,6	3,68	5,28	4,08	5,6			
187	3,12	4,72	3,76	5,36	4,16	5,7	$2\frac{3}{4}$	1,0	
190	3,2	4,85	3,84	5,44	4,20	5,8			
195	3,3	4,97	3,92	5,52	4,32	5,9	3	1,0	
200	3,4	5,1	4,0	5,6	4,4	6,0			

Die Tabelle ist gültig für senkrechte und wagerechte Bohrwerke. Muß die Bohrstanze bei jeder Anfräsung gewechselt werden, so ist für jedes Wechseln 0,15 Min. hinzuzurechnen.

Tabelle

Zeiten für das Ein-

Spalte I: Grauguß. Spalte II:

Tiefe in mm	Durch-							
	15	20	25	30	35	40	45	50
	Zeit in Minuten							
5 I	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
5 II	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
10 I	0,7	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9
10 II	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5
15 I	1,0	1,2	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6
15 II	1,3	1,7	2,0	2,3	2,7	3,0	3,3	3,6
20 I	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3
20 II	1,7	2,1	2,5	3,0	3,5	3,9	4,3	4,8
25 I	1,4	1,8	2,1	2,5	2,9	3,3	3,7	4,1
25 II	2,0	2,6	3,1	3,7	4,3	4,8	5,3	5,9
30 I	1,6	2,0	2,5	2,9	3,4	3,8	4,3	4,8
30 II	2 3	3,0	3,7	4,3	5,0	5,7	6,3	7,0
35 I		2,3	2,8	3,4	3,9	4,4	5,0	5,5
35 II		3,4	4,2	5,0	5,8	6,6	7,3	8,1
40 I		2,6	3,2	3,8	4,4	5,0	5,6	6,2
40 II		3,9	4,8	5,7	6,6	7,5	8,3	9,3
45 I					4,9	5,5	6,3	7,0
45 II					7,4	8,4	9,4	10,4
50 I					5,4	6,1	6,9	7,7
50 II					8,2	9,3	10,4	11,5
55 I							7,6	8,4
55 II							11,4	12,7
60 I							8,2	9,1
60 II							12,4	13,8
65 I								
65 II								
70 I								
70 II								
70 I								
70 II								
80 I								
80 II								
85 I								
85 II								
90 I								
90 II								
95 I								
95 II								
100 I								
100 II								

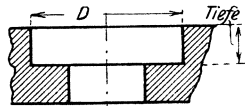


Abb. 76.

Nr. 48.

fräsen von Löchern.

Stahlguß und Schmiedeeisen.

messer <i>D</i> in mm									
55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
für ein Loch									
1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
2,1	2,2	2,4	2,6	2,8	2,9	3,1	3,3	3,5	3,7
2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	3,8	4,0	4,2	4,4	4,7
2,9	3,1	3,3	3,6	3,8	4,1	4,3	4,6	4,8	5,1
4,0	4,3	4,6	4,9	5,2	5,6	5,9	6,2	6,6	6,9
3,6	3,9	4,2	4,6	4,9	5,2	5,5	5,8	6,2	6,5
5,2	5,6	6,1	6,5	6,9	7,4	7,8	8,3	8,7	9,2
4,4	4,8	5,2	5,6	6,0	6,4	6,7	7,1	7,5	7,9
6,4	7,0	7,5	8,0	8,6	9,1	9,7	10,3	10,8	11,4
5,2	5,7	6,1	6,6	7,0	7,5	8,0	8,4	8,9	9,4
7,7	8,3	9,0	9,6	10,3	11,0	11,6	12,3	13,0	13,7
6,0	6,5	7,0	7,6	8,1	8,6	9,1	9,7	10,2	10,8
8,9	9,7	10,4	11,2	12,0	12,8	13,5	14,4	15,1	15,9
6,8	7,4	8,0	8,6	9,2	9,8	10,4	11,0	11,6	12,2
10,1	11,0	11,9	12,8	13,7	14,6	15,5	16,4	17,3	18,2
7,6	8,2	8,9	9,6	10,2	10,9	11,6	12,3	12,9	13,6
11,4	12,4	13,4	14,4	15,4	16,4	17,4	18,4	19,4	20,4
8,3	9,1	10,8	10,6	11,3	12,0	12,8	13,6	14,3	15,0
12,6	13,8	14,8	15,9	17,0	18,1	19,3	20,5	21,6	22,7
9,1	9,9	10,7	11,6	12,4	13,2	14,0	14,8	15,6	16,5
13,9	15,1	16,3	17,5	18,7	20,0	21,2	22,5	23,7	25,0
9,9	10,8	11,6	12,6	13,5	14,3	15,2	16,1	17,0	17,9
15,1	16,5	17,7	19,0	20,4	21,7	23,1	24,5	25,8	27,2
	11,7	12,6	13,6	14,5	15,5	16,5	17,4	18,4	19,3
	17,9	19,2	20,6	22,1	23,6	25,0	26,6	28,0	29,5
	12,5	13,5	14,6	15,6	16,6	17,7	18,7	19,7	20,8
	19,2	20,7	22,2	23,8	25,4	27,0	28,7	30,1	31,7
			15,1	16,6	17,8	18,9	20,0	21,1	22,2
			23,8	25,5	27,1	28,9	30,7	32,2	33,9
			16,6	17,7	18,9	20,1	21,3	22,4	23,6
			25,4	27,2	29,0	30,8	32,7	34,3	36,1
				18,8	20,1	21,3	22,6	23,8	25,1
				28,9	30,7	32,7	34,7	36,5	38,4
					21,2	22,6	23,9	25,2	26,6
					32,5	34,6	36,7	38,6	40,6
					22,3	23,8	25,2	26,6	28,0
					34,3	36,6	38,8	40,7	42,9
					23,5	25,0	26,5	28,9	29,4
					36,1	38,5	40,8	42,8	45,1

Tabelle Nr. 49.

Zeiten für das Ausreiben von Löchern. Werkstoff: Grauguß.

Tabelle Nr. 50 für das Ausreiben in Maschinenstahl s. S. 154!

Tiefe mm	Durchmesser in mm														
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
	Zeit in Minuten für ein Loch														
5	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
10	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2
15	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,5	2,7
20	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
25	0,5	0,8	0,8	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8	3,0	3,2	3,5	3,7
30	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,4	2,6	2,8	3,2	3,4	3,7	3,9	4,2
35	0,7	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,3	2,6	3,0	3,3	3,5	3,8	4,1	4,4	4,7
40	0,7	1,0	1,3	1,6	2,0	2,3	2,6	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6	4,7	5,2
45	0,8	1,1	1,4	1,8	2,2	2,5	2,9	3,2	3,6	4,0	4,3	4,6	5,0	5,2	5,7
50	0,8	1,2	1,6	2,0	2,3	2,7	3,1	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,4	5,7	6,2
55	0,9	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9	3,4	3,8	4,2	4,7	5,1	5,5	5,9	6,2	6,7
60	1,0	1,4	1,8	2,3	2,7	3,1	3,6	4,1	4,6	5,0	5,4	5,9	6,3	6,6	7,2
65	1,0	1,5	1,9	2,4	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,8	6,3	6,8	7,1	7,7
70	1,1	1,6	2,0	2,6	3,1	3,6	4,1	4,7	5,2	5,8	6,2	6,7	7,2	7,6	8,2
75	1,2	1,7	2,2	2,7	3,3	3,8	4,4	4,9	5,5	6,1	6,6	7,1	7,6	8,1	8,7
80	1,2	1,8	2,3	2,9	3,5	4,1	4,6	5,2	5,8	6,4	6,9	7,5	8,1	8,6	9,2
85	1,3	1,8	2,4	3,0	3,7	4,3	4,9	5,5	6,1	6,8	7,3	7,9	8,5	9,0	9,7
90	1,3	1,9	2,6	3,2	3,9	4,5	5,1	5,8	6,4	7,1	7,7	8,3	9,0	9,5	10,3
95	1,4	2,0	2,7	3,4	4,0	4,7	5,4	6,1	6,7	7,5	8,1	8,7	9,4	10,0	10,8
100	1,5	2,1	2,8	3,5	4,2	4,9	5,6	6,4	7,0	7,8	8,4	9,1	9,8	10,5	11,3
105	1,5	2,2	2,9	3,7	4,4	5,1	5,9	6,7	7,4	8,2	8,8	9,5	10,3	11,0	11,8
110	1,6	2,3	3,1	3,8	4,6	5,4	6,1	6,9	7,7	8,5	9,2	9,9	10,7	11,4	12,3
115	1,7	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4	7,2	8,0	8,9	9,6	10,4	11,2	11,9	12,8
120	1,7	2,5	3,3	4,2	5,0	5,8	6,6	7,5	8,3	9,2	9,9	10,8	11,6	12,4	13,3
125	1,8	2,6	3,4	4,3	5,2	6,0	6,9	7,8	8,6	9,6	10,3	11,2	12,1	12,9	13,8
130	1,8	2,7	3,6	4,5	5,4	6,2	7,1	8,0	8,9	9,9	10,7	11,6	12,6	13,4	14,3
135	1,9	2,8	3,7	4,6	5,6	6,5	7,4	8,3	9,3	10,2	11,1	12,0	13,0	13,8	14,8
140	2,0	2,9	3,8	4,8	5,8	6,7	7,6	8,6	9,6	10,6	11,4	12,4	13,4	14,3	15,3
145	2,0	3,0	3,9	5,0	5,9	6,9	7,9	8,9	9,9	11,0	11,8	12,8	13,9	14,8	15,8
150	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,2	9,2	10,2	11,3	12,2	13,2	14,3	15,3	16,3
155	2,2	3,2	4,2	5,3	6,3	7,3	8,4	9,5	10,5	11,6	12,6	13,6	14,8	15,7	16,8
160	2,2	3,3	4,3	5,4	6,5	7,5	8,6	9,8	10,8	12,0	12,9	14,0	15,2	16,2	17,3
165	2,3	3,4	4,4	5,6	6,7	7,8	8,9	10,0	11,1	12,3	13,3	14,4	15,6	16,7	17,8
170	2,4	3,5	4,6	5,7	6,9	8,0	9,2	10,3	11,4	12,7	13,7	14,8	16,1	17,2	18,3
175	2,4	3,6	4,7	5,9	7,1	8,2	9,4	10,6	11,7	13,0	14,1	15,2	16,5	17,7	18,8
180	2,5	3,7	4,8	6,1	7,3	8,4	9,7	10,9	12,1	13,4	14,5	15,7	17,0	18,1	19,3
185	2,6	3,8	4,9	6,2	7,4	8,7	9,9	11,1	12,4	13,7	14,8	16,1	17,4	18,6	19,8
190	2,6	3,9	5,1	6,4	7,6	8,9	10,1	11,4	12,7	14,1	15,2	16,5	17,9	19,1	20,4
195	2,7	4,0	5,2	6,5	7,8	9,1	10,4	11,7	13,0	14,4	15,6	16,9	18,3	19,6	20,9
200	2,7	4,2	5,3	6,7	8,0	9,3	10,6	12,0	13,3	14,7	16,0	17,3	18,7	20,0	21,5

Die Tabelle ist gültig für das Ausreiben mit einer Reibahle bzw. für das Vorreiben, und zwar auf Bohrwerken oder Bohrmaschinen.

Tabelle Nr. 51.

Zeiten für das Ausreiben von Löchern. Werkstoff: Stahlguß.

Tabelle für das Ausreiben in Maschinenstahl s. S. 154!

Tiefe mm	Durchmesser in mm														
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
	Zeit in Minuten für ein Loch														
5	0,4	0,6	0,6	0,6	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,1
10	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,7	1,8	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	2,9
15	0,6	0,8	1,0	1,1	1,4	1,6	1,8	2,2	2,3	2,5	2,7	3,2	3,4	3,5	3,7
20	0,7	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,2	2,6	2,9	3,0	3,4	3,8	4,1	4,3	4,6
25	0,8	1,1	1,4	1,6	2,0	2,4	2,6	3,0	3,4	3,7	4,0	4,5	4,8	5,1	5,4
30	0,9	1,2	1,5	1,9	2,3	2,7	3,0	3,5	3,9	4,2	4,6	5,1	5,6	5,8	6,2
35	1,0	1,4	1,8	2,2	2,6	3,0	3,6	4,0	4,4	4,8	5,3	5,8	6,3	6,6	7,1
40	1,1	1,5	2,0	2,4	2,9	3,4	3,9	4,5	5,0	5,4	5,9	6,5	7,0	7,4	8,0
45	1,2	1,7	2,2	2,7	3,2	3,8	4,3	5,0	5,4	5,9	6,5	7,2	7,8	8,2	8,8
50	1,3	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	4,7	5,4	6,0	6,6	7,2	7,9	8,5	9,0	10,0
55	1,4	2,0	2,6	3,2	3,9	4,5	5,1	5,9	6,6	7,1	7,8	8,6	9,3	9,8	10,5
60	1,5	2,2	2,8	3,5	4,2	4,9	5,5	6,4	7,0	7,7	8,4	9,2	10,0	10,6	11,3
65	1,6	2,3	3,0	3,8	4,5	5,3	5,9	6,9	7,5	8,2	9,0	9,8	10,6	11,2	12,2
70	1,7	2,5	3,2	4,0	4,8	5,6	6,3	7,3	8,1	8,8	9,6	10,5	11,4	12,0	13,0
75	1,8	2,6	3,4	4,2	5,1	6,0	6,7	7,8	8,6	9,4	10,2	11,2	12,1	12,8	13,7
80	1,9	2,8	3,6	4,6	5,4	6,3	7,1	8,2	9,1	10,0	10,9	11,9	12,9	13,6	14,6
85	2,0	3,0	3,8	4,8	5,7	6,7	7,5	8,7	9,6	10,6	11,5	12,5	13,6	14,3	15,4
90	2,1	3,1	4,0	5,0	6,0	7,1	7,9	9,2	10,2	11,1	12,2	13,2	14,3	15,0	16,0
95	2,2	3,3	4,2	5,3	6,4	7,4	8,3	9,7	10,7	11,7	12,8	13,8	15,0	15,8	16,3
100	2,3	3,4	4,4	5,6	6,6	7,8	8,7	10,2	11,2	12,2	13,4	14,4	15,7	16,6	18,0
105	2,4	3,6	4,7	5,8	7,0	8,2	9,1	10,6	11,7	12,8	14,0	15,2	16,5	17,4	18,8
110	2,5	3,8	4,9	6,1	7,3	8,6	9,6	11,1	12,2	13,4	14,6	15,8	17,3	18,2	19,7
115	2,6	3,9	5,1	6,4	7,6	8,8	10,0	11,5	12,8	14,0	15,3	16,6	18,0	18,9	20,6
120	2,7	4,0	5,3	6,6	7,9	9,3	10,4	12,0	13,3	14,5	15,9	17,2	18,7	19,7	21,4
125	2,8	4,2	5,5	6,9	8,2	9,6	10,8	12,5	13,7	15,2	16,5	17,9	19,5	20,5	22,2
130	3,0	4,4	5,7	7,1	8,6	10,0	11,2	13,0	14,3	15,7	17,2	18,6	20,2	21,3	23,0
135	3,0	4,5	6,1	7,4	8,8	10,4	11,6	13,4	14,8	16,3	17,8	19,2	21,0	22,0	23,9
140	3,1	4,7	6,1	7,7	9,2	10,7	12,0	13,9	15,3	16,8	18,4	19,9	21,7	22,8	24,7
145	3,2	4,8	6,3	7,9	9,5	11,1	12,4	14,4	15,8	17,4	19,0	20,6	22,4	23,5	25,5
150	3,4	5,0	6,6	8,2	9,8	11,5	12,8	14,9	16,4	18,0	19,7	21,3	23,1	24,3	26,4
155	3,4	5,2	6,8	8,5	10,1	11,8	13,2	15,4	16,9	18,5	20,3	21,9	23,8	25,1	27,2
160	3,6	5,3	7,0	8,7	10,4	12,2	13,6	15,8	17,4	19,2	21,0	22,6	24,6	25,8	28,1
165	3,7	5,4	7,2	9,0	10,7	12,6	14,1	16,3	18,0	19,7	21,6	23,3	25,4	26,7	28,9
170	3,8	5,6	7,4	9,2	11,0	12,9	14,5	16,8	18,5	20,3	22,2	23,9	26,1	27,4	29,7
175	3,9	5,8	7,6	9,5	11,3	13,3	14,9	17,3	19,0	20,9	22,9	24,6	26,8	28,1	30,5
180	4,0	5,9	7,8	9,7	11,7	13,7	15,3	17,7	19,5	21,4	23,5	25,3	27,5	29,0	31,4
185	4,1	6,1	8,0	10,0	12,0	14,0	15,7	18,1	20,1	22,0	24,2	25,9	28,2	29,7	32,2
190	4,2	6,2	8,2	10,3	12,3	14,4	16,1	18,6	20,6	22,6	24,8	26,5	29,0	30,5	33,1
195	4,3	6,4	8,4	10,6	12,6	14,8	16,5	19,1	21,1	23,2	25,4	27,3	29,7	31,2	33,9
200	4,4	6,6	8,6	10,8	12,9	15,2	16,9	19,6	21,6	23,7	26,0	28,0	30,4	32,0	34,8

Die Tabelle ist gültig für das Ausreiben mit einer Reibahle, auf Bohrwerken oder Bohrmaschinen.

Bei Flanschwellen, bei denen die Bolzenlöcher äußerst genau und sauber vorgerieben werden müssen, sind für das Vorreiben 300% der obigen Werte einzusetzen.

Nr. 52.

den. Werkstoff: Grauguß.

messer in engl. Zoll

$1\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$	2	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	3	$3\frac{1}{4}$	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{3}{4}$	4
Minuten												
2,8	3,3	3,7	3,9	4,1	4,7	5,2	5,6	6,2	7,6	8,4	8,8	9,2
3	3,5	4	4,2	4,4	5	5,5	5,9	6,5	8	8,8	9,3	9,7
3,2	3,8	4,3	4,5	4,7	5,2	5,8	6,1	6,8	8,5	9,3	9,8	10,2
3,4	4	4,5	4,7	4,9	5,5	6	6,4	7,1	8,9	9,8	10,2	10,7
3,5	4,3	4,8	5	5,2	5,7	6,3	6,7	7,4	9,3	10,2	10,6	11,1
3,7	4,5	5	5,2	5,5	6	6,6	7	7,7	9,7	10,7	11	11,6
3,9	4,7	5,3	5,5	5,7	6,3	6,9	7,2	8	10,1	11,2	11,5	12,1
4,1	5	5,6	5,8	6	6,5	7,1	7,5	8,3	10,5	11,6	12	12,6
4,2	5,2	5,8	6	6,2	6,8	7,4	7,8	8,6	10,9	12	12,4	13
4,4	5,5	6,1	6,3	6,5	7	7,7	8,1	8,9	11,3	12,4	12,8	13,4
4,6	5,7	6,3	6,5	6,8	7,3	8	8,3	9,2	11,7	12,9	13,2	13,9
4,8	5,9	6,6	6,8	7	7,6	8,2	8,6	9,5	12,1	13,4	13,5	14,4
4,9	6,2	6,9	7	7,3	7,8	8,5	8,9	9,8	12,5	13,8	14,1	14,9
5,1	6,4	7,1	7,3	7,5	8,1	8,8	9,2	10,1	12,9	14,2	14,6	15,3
5,3	6,7	7,4	7,6	7,8	8,3	9,1	9,5	10,4	13,3	14,7	15	15,8
5,5	6,9	7,6	7,8	8,1	8,6	9,4	9,7	10,7	13,7	15,2	15,5	16,3
5,6	7,1	7,9	8,1	8,3	8,9	9,6	10	11	14,1	15,6	15,9	16,7
5,8	7,3	8,1	8,3	8,6	9,1	9,9	10,3	11,3	14,5	16	16,4	17,2
6	7,6	8,4	8,6	8,9	9,4	10,2	10,6	11,6	14,9	16,5	16,8	17,6
6,2	7,8	8,7	8,9	9,1	9,6	10,5	10,8	11,9	15,3	17	17,2	18,1
6,4	8	8,9	9,1	9,4	9,9	10,8	11,1	12,2	15,8	17,4	17,4	18,6
6,5	8,3	9,2	9,4	9,6	10,2	11	11,4	12,5	16,2	17,9	18,1	19
6,7	8,5	9,4	9,6	9,9	10,4	11,3	11,7	12,8	16,6	18,3	18,6	19,5
6,9	8,8	9,7	9,9	10,1	10,7	11,6	12	13,1	17	18,8	19	20
7,1	9	10	10,2	10,4	11	11,9	12,2	13,4	17,4	19,2	19,4	20,4
7,2	9,2	10,2	10,4	10,7	11,2	12,2	12,5	13,7	17,8	19,5	19,9	20,9
7,4	9,5	10,5	10,7	10,9	11,5	12,4	12,8	14	18,2	20,1	20,3	21,3
7,6	9,7	10,8	10,9	11,2	11,7	12,7	13	14,3	18,6	20,6	20,8	21,8
7,8	9,9	11	11,2	11,4	12	13	13,3	14,6	19	21	21,2	22,2
7,9	10,2	11,3	11,5	11,7	12,3	13,3	13,6	14,9	19,4	21,5	21,6	22,7
8,1	10,4	11,5	11,7	12	12,5	13,6	13,9	15,2	19,8	21,9	22,1	23,2
8,3	10,6	11,8	12	12,2	12,8	13,9	14,2	15,5	20,2	22,5	22,6	23,6
8,5	10,9	12	12,2	12,5	13	14,1	14,5	15,8	20,6	22,9	23	24,1
	11,1	12,3	12,5	12,7	13,4	14,4	14,7	16,1	21	23,3	23,4	24,6
	11,4	12,5	12,7	13	13,6	14,7	15	16,4	21,4	23,7	23,8	25
		12,8	13	13,2	13,8	15	15,3	16,7	21,8	24,2	24,3	25,5
		13,1	13,2	13,5	14,1	15,2	15,5	17	22,1	24,6	24,7	26
		13,3	13,5	13,7	14,3	15,5	15,8	17,3	22,6	25	25,1	26,4
		13,6	13,8	14	14,6	15,8	16,1	17,6	23	25,5	25,5	26,9
			14	14,3	14,9	16,1	16,4	17,9	23,4	26	26	27,3
			14,2	14,5	15,2	16,4	16,7	18,2	23,8	26,4	26,4	27,8
			14,5	14,8	15,4	16,6	17	18,5	24,3	26,9	26,9	28,2
			14,8	15,1	15,7	16,9	17,2	18,8	24,7	27,3	27,3	28,7
				15,4	15,9	17,2	17,5	19,1	25,1	27,8	27,8	29,1
				15,6	16,2	17,5	17,8	19,4	25,5	28,2	28,2	29,6
				15,9	16,6	17,8	18,2	19,6	26	28,7	28,7	30
				16,7	16,8	18,1	18,4	19,9	26,4	29,2	29	30,5
				16,4	17,1	18,4	18,7	20,2	26,8	29,6	29,5	31
				16,7	17,4	18,6	19	20,5	27,2	30	29,9	31,5

Nr. 53.

windeschneiden in Grauguß.

ser in engl. Zoll

$1\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$	2	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	3	$3\frac{1}{4}$	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{3}{4}$	4
Minuten												
5,8	6,3	7,4										
6,2	6,8	7,8	8,4	8,6	9,5							
6,3	7,1	8,4	8,9	9,1	10,1	11,1	12					
6,8	7,6	8,9	9,4	9,6	10,6	11,7	12,6	14,2				
7,2	8	9,4	9,8	10,1	11,2	12,2	13,2	14,9	17,3	22,2	24,6	26,7
7,6	8,5	9,9	10,6	10,7	11,7	12,7	13,8	15,6	18,2	23,6	26,1	28,6
7,8	8,8	10,3	10,9	11	12,3	13,4	14,3	16,2	19	24,9	27,5	30,2
8,2	9,2	10,9	11,5	11,7	12,7	14	15,1	17	19,8	26,2	29,3	32
8,6	9,7	11,4	11,9	12,2	13,3	14,7	15,6	17,7	20,6	27,7	30,8	33,8
8,9	10	11,8	12,4	12,7	13,9	15,3	16,2	18,4	21,4	29,1	32,2	35,8
9,2	10,5	12,4	12,9	13,2	14,3	15,8	16,9	19	22,2	30,5	34	37,8
9,5	10,9	12,8	13,4	13,6	15	16,4	17,6	19,8	23	31,6	35,7	39,4
10	11,4	11,4	14	14,2	15,4	17	18,3	20,5	22,8	33,3	37,3	41,4
10,2	11,7	13,7	14,5	14,8	15,9	17,5	18,8	21,2	24,7	34,7	39	43,4
10,6	12,1	14,4	15	15,2	16,6	18,1	17,4	21,9	25,4	36	40,5	45
11	12,5	14,8	15,5	15,8	17,1	18,7	20,1	22,6	26,2	37,4	42,2	47
11,4	13	15,4	15,9	16,2	17,7	19,4	20,7	23,3	27,1	38,8	43,8	48,7
11,7	13,3	15,9	16,5	16,8	18,1	20	21,3	24	28	40,6	45,4	50,7
12,1	13,7	16,2	17	17,3	18,7	20,6	21,9	24,6	28,9	41,6	46,7	52,5
12,4	14,2	16,9	17,6	17,8	19,3	21	22,6	25,4	29,7	43,1	48,6	54,4
12,7	14,5	17,3	18	18,3	19,8	21,7	23,2	26,1	30,5	44,4	50,5	56,2
13	15	17,8	18,7	18,8	20,4	22,3	23,9	26,7	31,3	46	51,9	58,2
13,4	15,4	18,4	19,1	19,3	20,9	22,9	24,3	27,5	32,1	47,2	53,4	59,9
13,8	15,8	18,7	19,6	19,9	21,4	23,5	25	28,2	32,9	48,5	55	61,8
14,1	16,3	19,4	20	20,2	22	24,1	25,7	28,9	33,8	50	56,7	63,5
15,3	17,4	19,9	20,6	20,9	22,5	24,7	26,2	29,5	34,5	51,6	58,5	65,5
15,6	17,8	21,1	21,1	21,3	23,1	25,3	26,9	30,2	35,3	52,8	60,1	67,2
15,9	18,2	21,6	21,7	21,9	23,6	25,8	27,6	31	36,2	54,3	61,7	69,3
16,9	19,4	22,1	22,1	22,4	24,2	26,5	28,2	31,7	37	55,6	63,3	71,1
17,2	19,7	23,3	23,7	23,8	24,8	27	28,9	32,3	37,8	57,3	65	73
17,8	20,2	23,8	24,1	24,4	25,3	27,6	29,5	33	38,7	58,5	66,5	74,7
	21,3	24,3	24,6	24,8	26,9	29,2	30	33,8	39,4	59,9	68,1	76,5
	21,7	25,5	25	25,3	27,4	29,8	30,6	34,5	40,2	61,2	69,6	78,4
		26	26,6	26,1	27,9	30,5	32,6	35,1	41	63,8	72,6	81,6
		26,5	27,1	27,3	28,5	31	33,1	35,8	41,8	65,2	74,2	83,5
		27,8	27,6	27,8	29,9	32,5	33,7	36,6	42,7	66,6	75,7	85,3
		28,3	28,2	28,4	30,5	33	34,4	37,3	43,5	68	77,3	87,1
			29,7	29,9	31	33,8	35,1	37,9	44,3	69,6	79,1	89,1
			30	30,4	31,7	34,4	36,9	38,6	45,1	72,1	81,9	92
			30,6	30,8	33,1	35,8	37,6	39,4	46	73,7	83,7	94
			31,2	31,4	33,8	36,6	38,2	40	46,8	74,9	85,7	95,8
				33	34,3	38,1	38,8	42	49	76,4	87	97,6
				33,5	34,9	38,8	39,4	42,7	49,8	77,7	88,4	99,6
				34	36,5	40,3	41,5	43,4	50,7	80,4	91,8	101
				34,6	37,1	41	42	44	51,5	81,9	93	104,4
				36	37,5	41,6	42,7	44,7	52,3	83,3	94,8	106,4
				:6,5	38,1	42	43,3	46,6	54,4	84,5	96	108

Nr. 54.

schneiden in Schmiedeisen.

messer in engl. Zoll

$1\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$	2	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	3	$3\frac{1}{4}$	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{3}{4}$	4
Minuten												
3,6	3,8	4	4,2	4,4	4,9	5,5	5,9	7,7	8,3	8,9	9,2	9,9
3,9	4	4,2	4,4	4,7	5,2	5,8	6,2	8,1	8,8	9,3	9,7	10,4
4,1	4,3	4,5	4,7	5	5,5	6,1	6,5	8,6	9,2	9,9	10,1	10,9
4,4	4,6	4,8	5	5,3	5,8	6,4	6,9	9,1	9,7	10,3	10,6	11,4
4,8	4,9	5,1	5,3	5,6	6,1	6,8	7,2	9,5	10,1	10,8	11,1	11,9
5,1	5,2	5,4	5,6	5,9	6,4	7,1	7,5	10	10,6	11,2	11,6	12,4
5,4	5,5	5,7	5,9	6,2	6,7	7,4	7,8	10,4	11	11,7	12	13
5,7	5,8	6	6,2	6,5	7	7,8	8,1	10,9	11,5	12,2	12,5	13,5
6	6,1	6,2	6,5	6,8	7,3	8,1	8,4	13,3	12	12,6	13	14
6,3	6,4	6,5	6,8	7,1	7,6	8,4	8,7	11,8	12,4	13,1	13,4	14,5
6,6	6,7	6,8	7,1	7,4	7,8	8,8	9,1	12,3	12,8	13,6	13,9	15
6,9	7	7,1	7,4	7,7	8,1	9,1	9,4	12,7	11,3	14	14,3	15,6
7,2	7,3	7,4	7,7	8	8,4	9,4	9,7	13,1	13,8	14,6	14,8	16,1
7,5	7,6	7,7	7,9	8,2	8,7	9,7	10	13,6	14,2	15	15,2	16,6
7,8	7,9	8	8,2	8,5	9	10,1	10,3	14,1	14,7	15,7	15,7	17,2
8,1	8,2	8,3	8,5	8,8	9,3	10,4	10,6	14,6	15,1	16	16,1	17,7
8,4	8,5	8,6	8,8	9,1	9,6	10,7	11	15	15,6	16,4	16,6	18,2
8,7	8,8	8,9	9,1	9,4	9,9	11,1	11,3	15,5	16	16,9	17,1	18,7
9	9,1	9,2	9,4	9,7	10,2	11,4	11,6	16	16,4	17,4	17,6	19,2
9,3	9,4	9,5	9,7	10	10,4	11,7	11,9	16,4	16,9	17,9	18	19,8
9,6	9,7	9,9	10,1	10,3	10,7	12	12,2	16,8	17,4	18,3	18,5	20,3
9,9	10	10,1	10,3	10,6	11	12,4	12,5	17,3	17,8	18,8	19	20,8
10,2	10,3	10,4	10,6	10,9	11,3	12,7	12,8	17,8	18,3	19,3	19,4	21,3
10,4	10,7	10,5	10,9	11,2	11,6	13	13,1	18,2	18,7	19,8	19,9	21,9
10,8	10,8	10,9	11,2	11,5	11,9	13,3	13,5	18,7	19,2	20,2	20,3	22,4
11	11,1	11,2	11,5	11,8	12,2	13,7	13,8	19,2	19,7	20,7	20,8	22,9
11,4	11,5	11,6	11,8	12,1	12,5	14	14,1	19,6	20,1	21,2	21,3	23,5
11,7	11,8	11,9	12,1	12,3	12,8	14,3	14,4	20	20,5	21,6	21,8	24
12	12	12,1	12,3	12,6	13,1	14,7	14,7	20,5	21	22,1	22,1	24,5
12,2	12,3	12,4	12,6	12,9	13,4	15	15	21	21,5	22,6	22,6	25
12,5	12,6	12,7	12,9	13,2	13,7	15,3	15,3	21,4	21,9	23	23	25,5
12,8	12,9	13	13,2	13,5	14	15,6	15,6	21,9	22,3	23,5	23,5	26
	13,2	13,3	13,5	13,8	14,3	15,9	15,9	22,3	22,8	24	24	26,6
	13,5	13,6	13,8	14,1	14,6	16,2	16,2	22,8	23,3	24,5	24,5	27,1
	13,8	13,9	14,1	14,4	14,8	16,6	16,6	23,3	23,7	25	25	27,6
		14,1	14,4	14,7	15,1	16,9	16,9	23,8	24,2	25,4	25,4	28,1
		14,4	14,7	15	15,4	17,2	17,2	24,2	24,6	25,9	25,9	28,7
		14,7	15	15,3	15,7	17,5	17,5	24,6	25,1	26,4	26,4	29,2
		15	15,3	15,6	16	17,8	17,8	25,1	25,6	26,8	26,8	29,8
			15,6	15,9	16,3	18	18	25,6	26	27,3	27,3	30,2
			15,8	16,1	16,6	18,3	18,3	26	26,4	27,8	27,8	30,8
			16,1	16,4	16,9	18,5	18,5	26,5	26,9	28,2	28,2	31,3
			16,4	16,7	17,2	18,8	18,8	27	27,4	28,7	28,7	31,8
			17	17,5	19	19	19	27,4	27,8	29,1	29,1	32,3
			17,3	17,8	19,3	19,3	19,3	27,9	28,2	29,6	29,6	32,9
			17,7	18	19,5	19,5	19,5	28,3	28,7	30	30	33,4
			17,9	18,3	19,8	19,8	19,8	28,8	29,2	30,5	30,5	34
			18,2	18,6	20	20	20	29,2	29,6	31	31	34,5
			18,5	18,9	20,3	20,3	20,3	29,8	30,1	31,5	31,5	35

Nr. 55.

schneiden in Schmiedeeisen.

messer in engl. Zoll

$1\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$	2	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	3	$3\frac{1}{4}$	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{3}{4}$	4
Minuten												
7,4	7,6	8,5										
8,1	8,2	9,1	9,7	10	12							
8,7	8,8	9,6	10,2	10,6	12,8	13,9	15					
9,1	9,3	10,2	10,9	11,2	13,4	14,9	15,6	18,7				
9,8	9,9	10,9	11,5	11,8	14,2	15,7	16,5	19,5	20,4	26,5	29,2	32,6
10,2	10,3	11,4	12,1	12,4	14,9	16,5	17,2	20,5	21,5	28,5	30,9	34,8
10,8	10,9	11,9	12,6	12,9	15,7	17,3	18,2	21,6	22,6	29,9	33	37,5
11,4	11,5	12,5	13,3	13,5	16,3	18	18,9	22,4	23,4	31,5	34,8	39,4
11,8	12	13,1	13,8	14,2	16,9	19	19,8	23,5	24,4	34	36,9	42
12,4	12,5	13,6	14,6	14,9	17,6	19,7	20,5	24,3	25,3	35,2	38,8	44
12,9	13	14,2	15,2	15,5	18,4	20,4	21,3	25,3	26,3	36,8	40,9	46,7
13,5	13,6	14,9	15,7	15,9	19,1	21,2	22,1	26,2	27,3	38,5	42,9	49
13,9	14,1	15,5	16,2	16,6	19,8	22,1	22,8	27,3	28,3	40,5	44,9	51,4
14,6	14,7	16,1	16,9	17,2	20,4	22,7	23,6	28,2	29,3	41,9	46,6	53,7
15,1	15,2	16,6	17,5	17,9	21,3	23,6	24,6	29,3	30,3	43,5	48,7	56,1
15,6	15,7	17,3	18,1	18,3	21,9	24,3	25,3	30,1	31,1	44,9	50,8	58,4
16,2	16,3	17,9	18,6	19	22,6	25,2	26,2	31,3	32,2	47	53,1	60,8
16,6	16,7	18,4	19,4	19,7	23,3	25,9	26,9	32,1	33,1	48,7	54,6	63,2
17,2	17,3	19,2	20,1	20,3	24,1	26,8	27,7	33	34,4	50,5	56,9	65,6
17,8	17,9	19,7	20,6	20,9	24,6	27,6	28,4	34	35,1	52,1	58,7	68
18,3	18,4	20,3	21,1	21,4	25,4	28,3	29,2	35	36,1	53,9	60,7	70,2
18,7	18,8	20,9	21,8	22,1	25,8	29,6	30,4	36,4	37,4	56,2	63,3	73,1
19,4	19,4	21,4	22,4	22,7	26,9	30,3	31,3	37,3	38,5	57,8	65	76,2
19,8	19,9	22	23	23,3	28,5	31,7	32,5	38,9	40	60	67,8	78,4
20,3	20,5	22,7	23,5	23,8	29,1	32,5	33,5	39,8	40,9	61,8	69,8	80,8
21,8	21,9	23,3	24,2	24,4	30,5	33,7	34,7	41,2	42,3	63,9	72,2	83,7
22,2	22,2	24,5	24,7	25	31,2	34,7	35,6	42,4	43,4	65,8	74,1	86,2
22,6	22,7	25,1	25,4	25,7	32,4	36	36,8	43,8	45	68,1	76,6	89
24	24,1	25,8	26	26,3	33,2	36,7	37,6	44,7	45,9	69,7	78,6	91,3
24,5	24,6	27	27,6	27,8	34,4	38	39	45,8	47,3	71,7	81,2	94,1
	25	27,6	28,2	28,5	35	38,7	39,7	47	48,3	73,7	83,1	96,6
	26,4	28,2	28,7	29	36,9	40	41	48,6	49,8	75,9	85,6	99,3
	26,8	29,5	29,3	29,7	37,6	40,9	41,9	49,6	50,6	77,7	87,7	101,8
		30	31,1	31,4	38,8	43	43,2	51,1	51,5	81,5	90,8	105,6
		30,6	31,6	31,9	39,5	43,7	44,5	52	53,2	82,2	92,8	107,7
		31,9	32,2	32,5	41,3	45	45,3	53,4	54,7	84,3	95,5	110,9
		32,5	32,9	33,2	42,1	45,7	46	54,3	55,7	86,1	97,5	113,2
			33,7	34,2	43,3	46,4	47,2	56,1	57,1	88,4	100	116,1
			34,2	34,6	44,1	47,7	48,1	56,9	58,2	91,1	103	119,4
			35,6	36,3	45,9	49,8	50	58,3	59,6	93,3	105,4	122,3
			36,2	36,8	46,6	50,6	50,8	59,3	60,7	94,9	107,4	124,8
				37,5	47,8	51,7	51,8	61,7	62,9	97,1	109,8	127,4
				38,2	48,5	52,4	52,8	62,6	63,8	99,4	111,9	129,8
				39,8	50,3	54,3	54,6	64	65,4	102	114,3	133,3
				40,3	50,9	55,2	55,5	65,4	66,3	103,7	117	136
				41	52,3	56,7	57	66,5	67,8	106	119,6	138,5
				41,6	53,1	57,8	58	68,2	69,7	107,7	121,5	141

Nr. 56.

schneiden in Stahlguß.

messer in engl. Zoll												
$1\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$	2	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	3	$3\frac{1}{4}$	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{3}{4}$	4
in Minuten												
3,7	3,9	4,2	4,6	4,8	5,3	6	7,8	8,5	8,8	9,6	10	10,8
4	4,2	4,5	5	5,1	5,7	6,4	8,2	9	9,4	10,2	10,6	11,4
4,4	4,6	4,9	5,3	5,5	6	6,8	8,7	9,6	9,9	10,7	11,2	12
4,7	4,9	5,2	5,6	5,8	6,4	7,2	9,2	10,1	10,4	11,3	11,8	12,6
5	5,2	5,5	5,9	6,2	6,7	7,5	9,6	10,6	11	11,8	12,3	13,2
5,3	5,5	5,9	6,3	6,5	7,1	7,9	10,1	11,2	11,5	12,4	12,9	13,8
5,6	5,9	6,2	6,6	6,9	7,4	8,3	10,6	11,8	12,1	13	13,4	14,4
5,9	6,2	6,5	7	7,2	7,8	8,6	11,1	12,3	12,6	13,6	14	15
6,3	6,5	6,9	7,3	7,5	8,1	9	11,6	12,8	13,2	14,1	14,6	15,6
6,6	6,8	7,2	7,6	7,9	8,5	9,4	12	13,4	13,7	14,7	15,2	16,2
6,8	7,1	7,5	8	8,2	8,8	9,8	12,5	13,9	14,2	15,3	15,7	16,8
7,3	7,6	7,9	8,3	8,6	9,2	10,1	13	14,4	14,8	15,8	16,2	17,4
7,6	7,8	8,2	8,6	8,9	9,5	10,5	13,5	15	15,3	16,4	16,8	18
7,9	8,2	8,5	9	9,3	9,9	10,9	14	15,6	15,9	17	17,4	18,6
8,2	8,5	8,8	9,3	9,6	10,2	11,3	14,5	16,1	16,4	17,6	18	19,2
8,5	8,8	9,2	9,6	9,9	10,5	11,6	15	16,6	17	18,1	18,6	19,9
8,8	9,1	9,5	10	10,3	10,9	12	15,4	17,2	17,5	18,7	19,1	20,5
9,2	9,5	9,8	10,3	10,6	11,2	12,4	15,9	17,7	18	19,3	19,7	21,1
9,4	9,7	10,1	10,6	11	11,6	12,7	16,4	18,2	18,6	19,8	20,2	21,8
9,7	10,1	10,5	11	11,3	11,9	13,1	16,9	18,8	19,1	20,4	20,8	22,3
10,1	10,4	10,8	11,3	11,6	12,3	13,5	17,3	19,4	19,7	21	21,4	22,9
10,4	10,7	11,1	11,6	12	12,6	13,8	17,8	19,9	20,2	21,6	22	23,6
10,7	11	11,4	12	12,3	13	14,2	18,3	20,4	20,8	22,1	22,5	24,1
11	11,3	11,8	12,3	12,6	13,3	14,6	18,8	21	21,3	22,6	23	24,8
11,3	11,6	12,1	12,6	13	13,7	14,9	19,3	21,5	21,8	23,2	23,6	25,4
11,7	12	12,4	12,9	13,3	14	15,3	19,8	22	22,4	23,8	24,2	26
11,9	12,3	12,8	13,3	13,7	14,4	15,7	20,2	22,6	22,9	24,4	24,8	26,6
12,3	12,6	13,1	13,6	14	14,7	16	20,7	23,1	23,4	25	25,3	27,2
12,6	13	13,4	13,9	14,3	15	16,4	21,2	23,6	24	25,5	25,9	27,8
12,8	13,3	13,7	14,3	14,7	15,4	16,8	21,7	24,2	24,5	26,1	26,4	28,4
13,2	13,7	14,1	14,6	15	15,7	17,1	22,2	24,8	25	26,6	27	29
13,6	14	14,4	14,9	15,4	16,1	17,5	22,6	25,3	25,6	27,2	27,6	29,6
14,3	14,7	15,3	15,7	16,4	17,9	19,9	23,1	25,8	26,1	27,8	28,1	30,2
14,6	15	15,6	16	16,8	18,2	20,6	23,6	26,4	26,7	28,3	28,7	30,8
15	15,4	15,9	16,4	17,1	18,6	20,9	24,1	26,9	27,2	28,9	29,3	31,4
	15,7	16,2	16,7	17,5	19	21,4	24,6	27,5	27,8	29,5	29,9	32
	16	16,5	17	17,8	19,3	22	25	28	28,2	30	30,4	32,6
	16,4	16,9	17,4	18,1	19,7	22,5	25,6	28,6	28,8	30,6	31	33,3
	16,7	17,2	17,7	18,5	20,1	23	26	29,1	29,4	31,1	31,6	33,9
		17,5	18	18,8	20,5	23,5	26,5	29,6	29,9	31,7	32,1	34,5
		17,9	18,4	19,2	20,9	24	27	30,2	30,4	32,2	32,7	35,1
		18,2	18,7	19,5	21,3	24,5	27,5	30,7	31	32,8	33,2	35,7
		18,5	19,1	19,9	21,7	25	28	31,2	31,5	33,4	33,8	36,3
			19,4	20,2	22	25,5	28,4	31,8	32	33,9	34,4	36,9
			19,8	20,5	22,4	26	28,9	32,3	32,5	34,5	35	37,5
			20,1	20,8	22,8	26,5	29,4	32,8	33,1	35	35,5	38,1
			20,4	21,1	23,2	27	29,9	33,4	33,6	35,6	36	38,7
			20,8	21,4	23,6	27,5	30,4	34	34,1	36,1	36,6	39,3
			21,1	21,8	24	28	30,8	34,5	34,7	36,8	37,2	40

Nr. 57.

windeschneiden in Stahlguß.

messer in engl. Zoll

$1\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$	2	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	3	$3\frac{1}{4}$	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{3}{4}$	4
Minuten												
7,9	8,1	9,2										
8,5	8,6	9,9	10,7	10,9	13							
9	9,2	10,6	11,4	11,7	14	15,4	17,6					
9,6	9,7	11,4	12,2	12,4	14,7	16,3	18,6	20,1				
10,2	10,5	12,1	12,9	13,2	15,6	17,3	19,7	21,2	22,1	28,6	31,3	34,8
10,7	11	12,8	13,7	13,9	16,4	18,1	20,7	22,2	23,1	30,5	33,3	37,2
11,4	11,6	13,4	14,2	14,4	17,4	19	21,1	23,3	24,5	32,4	35,7	39,9
11,8	12,1	14,2	15	15,3	18,3	19,9	22,8	24,5	25,6	34,3	37,9	42,3
12,4	12,6	14,8	15,8	15,9	19,1	20,9	23,7	25,5	26,6	36,2	39,9	44,9
13	13,4	15,7	16,5	16,7	20,1	21,8	24,9	26,7	28	38,1	42,1	47,1
13,7	13,8	16,3	17,1	17,4	20,9	22,7	25,8	27,8	29	40	44,2	50
14,2	14,5	17,1	17,9	18,2	21,7	23,6	27	29	30,1	42,3	46,5	52,5
14,7	15	17,8	18,6	19	22,5	24,5	28	30	31,1	44,6	48,6	54,9
15	15,7	18,5	19,3	19,6	23,4	25,5	29	31,1	32,5	45,8	50,9	57,6
15,9	16,2	19,2	20,1	20,4	24,3	26,5	30	32,3	33,5	47,5	53	60,2
16,6	16,9	19,8	20,8	21	25,1	27,4	30,9	33,3	34,6	49	55,2	62,8
17	17,3	20,5	21,4	21,8	26	28,1	32	34,4	35,7	51,3	57,3	65,2
17,6	18	21,4	22,2	22,6	26,9	29,1	33,1	35,5	36,9	53,3	59,5	67,7
18,2	18,5	22,1	23	23,3	27,7	30,1	34,1	36,8	38	55,2	61,8	70,2
18,8	19,1	22,8	23,7	24,1	28,6	30,8	35	37,7	39,1	57,5	63,7	72,8
19,3	19,5	23,4	24,4	24,6	29,6	31,7	36,1	38,8	40,4	58,9	66	75,2
19,8	20,2	24,2	25	25,3	30,9	33,3	37,7	40,5	42,1	61,3	68,7	78,4
20,5	20,8	24,9	25,7	26,2	31,7	34,1	38,7	41,5	43	63,2	70,8	80,9
21	21,4	25,6	26,4	26,9	33	35,5	40,1	43,1	44,7	65,5	73,4	83,8
21,6	21,9	26,4	27,3	27,7	34	36,5	41,1	44,2	45,9	67,4	75,8	86,2
22,9	23,2	27	28	28,4	35,3	37,9	42,8	45,8	47,5	70	78,4	89,5
23,5	23,9	28,5	28,7	29,1	36,1	38,8	43,8	46,9	48,7	71,7	80,4	92
23,9	24,4	29,1	29,4	29,8	37,4	40,2	45,3	48,6	50,3	74,1	83	95
25,4	25,8	29,9	30,1	30,5	38,3	41	46,3	49,7	51,3	75,9	85,2	97,5
26	26,4	31,4	31,7	32,2	39,7	42,6	47,7	51,2	53,3	78,5	88	101,5
	27	32	32,5	33	40,7	43,4	49	52,3	54,1	80,3	90	103,1
	28,3	32,7	33,3	33,7	42,7	49,7	50,5	54	55,8	82,6	92,8	106,3
	28,9	34,3	33,9	34,5	43,6	45,6	51,4	54,9	56,9	84,4	94,8	108,7
		35	35,6	36,2	45	48,1	53	56,6	58,6	87	97,6	111,7
		35,7	36,2	36,7	45,8	48,9	53,9	57,7	59,8	88,9	99,8	114
		37,2	37	37,5	47,7	50,2	55,4	59,4	61,8	90,9	101,7	116,7
		37,8	37,8	38,2	48,6	51,2	56,5	60,4	62,8	92,8	104,8	119,7
			39,4	40	50	52,7	58,1	62,1	64,1	95,4	107,3	123
			40,2	40,8	50,9	54,4	59	63,1	65,2	97,2	109,5	125,2
			41	41,4	52,8	55,9	60,5	64,7	66,9	99,6	112	128,3
			41,7	42,2	53,4	56,8	61,7	65,8	67,9	101,6	114,4	130,8
				43,8	55,1	58,2	63,3	68,3	70,5	104,1	117,3	134,2
				44,6	55,8	59,1	64,2	69,4	71,5	106,1	119,4	136,5
				45,3	58	61,4	65,8	71	73,3	108,3	122	139,5
				46,1	58,6	62,3	67,2	72,1	74,3	110,7	124,5	142,4
				47,9	60	63,8	69	73,8	76	113,2	127,3	145,5
				48,2	61	64,8	71	75,6	77,9	116,2	130,5	149,4

Tabelle Nr. 50.

Zeiten für das Ausreiben von Löchern. Werkstoff: Maschinenstahl.

Tiefe mm	Durchmesser in mm														
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
	Zeit für ein Loch in Minuten														
5	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
10	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,3	2,5
15	0,5	0,7	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,7	2,9	3,1
20	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8	3,0	3,3	3,4	3,8
25	0,6	0,9	1,1	1,4	1,6	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,5	3,8	4,1	4,4
30	0,7	1,0	1,2	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,6	4,1	4,4	4,6	5,0
35	0,8	1,1	1,4	1,7	2,1	2,4	2,8	3,2	3,5	3,9	4,2	4,6	4,9	5,2	5,6
40	0,9	1,2	1,6	1,9	2,3	2,7	3,1	3,5	3,9	4,3	4,7	5,0	5,5	5,8	6,2
45	1,0	1,3	1,7	2,1	2,6	3,0	3,4	3,8	4,3	4,7	5,2	5,6	6,0	6,4	6,9
50	1,0	1,4	1,8	2,3	2,8	3,2	3,8	4,2	4,7	5,2	5,7	6,1	6,6	7,0	7,5
55	1,1	1,6	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,6	5,0	5,6	6,1	6,6	7,1	7,6	8,2
60	1,2	1,7	2,2	2,7	3,3	3,8	4,4	4,9	5,4	6,0	6,6	7,1	7,7	8,2	8,8
65	1,3	1,8	2,3	2,9	3,5	4,0	4,7	5,2	5,8	6,5	7,1	7,6	8,2	8,8	9,4
70	1,4	1,9	2,5	3,1	3,8	4,4	5,0	5,6	6,2	6,9	7,5	8,2	8,8	9,4	10,0
75	1,4	2,0	2,6	3,3	4,0	4,6	5,3	6,0	6,6	7,4	8,0	8,6	9,3	9,9	10,6
80	1,5	2,2	2,8	3,5	4,2	4,9	5,6	6,3	7,0	7,8	8,5	9,1	9,8	10,6	11,3
85	1,6	2,3	3,0	3,7	4,5	5,2	5,9	6,7	7,4	8,2	9,0	9,7	10,3	11,1	11,9
90	1,7	2,4	3,1	3,9	4,7	5,4	6,2	7,0	7,8	8,6	9,4	10,2	11,0	11,7	12,6
95	1,7	2,5	3,3	4,1	4,9	5,7	6,6	7,4	8,2	9,1	9,9	10,7	11,5	12,3	13,2
100	1,8	2,6	3,4	4,3	5,2	6,0	6,9	7,7	8,6	9,5	10,4	11,2	12,1	12,9	13,8
105	1,9	2,8	3,6	4,5	5,4	6,3	7,2	8,1	9,0	10,0	10,9	11,8	12,6	13,4	14,5
110	2,0	2,9	3,8	4,7	5,6	6,5	7,5	8,4	9,4	10,4	11,4	12,2	13,2	14,1	15,0
115	2,1	3,0	3,9	4,9	5,9	6,8	7,8	8,8	9,8	10,8	11,8	12,8	13,7	14,6	15,7
120	2,1	3,1	4,1	5,0	6,1	7,1	8,1	9,2	10,1	11,3	12,3	13,2	14,2	15,3	16,3
125	2,2	3,2	4,2	5,2	6,4	7,4	8,4	9,5	10,6	11,7	12,7	13,8	14,8	15,8	16,9
130	2,3	3,3	4,4	5,4	6,6	7,6	8,8	9,8	11,0	12,1	13,2	14,2	15,3	16,4	17,6
135	2,4	3,4	4,6	5,6	6,8	7,9	9,1	10,2	11,3	12,5	13,7	14,8	15,9	17,0	18,1
140	2,4	3,6	4,7	5,8	7,0	8,2	9,4	10,5	11,7	13,0	14,1	15,3	16,5	17,6	18,8
145	2,5	3,7	4,9	6,0	7,3	8,5	9,7	10,9	12,1	13,4	14,6	15,7	17,0	18,1	19,4
150	2,6	3,8	5,0	6,2	7,5	8,8	10,0	11,2	12,5	13,8	15,1	16,3	17,6	18,8	20,1
155	2,6	3,9	5,2	6,4	7,8	9,0	10,3	11,6	12,9	14,2	15,6	16,8	18,1	19,3	20,7
160	2,7	4,0	5,4	6,6	8,0	9,3	10,6	11,9	13,2	14,6	16,1	17,4	18,6	20,1	21,4
165	2,8	4,2	5,5	6,8	8,2	9,6	10,9	12,3	13,7	15,1	16,5	17,8	19,2	20,5	22,0
170	2,9	4,3	5,6	7,0	8,5	9,8	11,3	12,7	14,1	15,5	17,0	18,3	19,7	21,1	22,6
175	3,0	4,4	5,8	7,2	8,7	10,1	11,6	13,0	14,5	15,9	17,4	18,8	20,0	21,7	23,2
180	3,0	4,5	6,0	7,4	8,9	10,4	11,9	13,3	14,9	16,4	17,9	19,3	20,9	22,2	23,8
185	3,1	4,6	6,1	7,6	9,2	10,7	12,2	13,7	15,3	16,8	18,4	19,8	21,4	22,8	24,5
190	3,2	4,8	6,3	7,8	9,4	11,0	12,5	14,1	15,7	17,2	18,9	20,4	21,9	23,4	25,1
195	3,3	4,9	6,4	8,0	9,6	11,2	12,8	14,4	16,1	17,7	19,3	20,9	22,5	24,0	25,7
200	3,4	5,0	6,6	8,2	9,8	11,5	13,1	14,8	16,4	18,1	19,7	21,4	23,0	24,6	26,3

Die Tabelle ist gültig für das Ausreiben mit einer Reibahle auf einem Bohrwerk oder einer Bohrmaschine.

Bei Flanschwellen, bei denen die Bolzenlöcher äußerst genau und sauber vorgerieben werden müssen, sind für das Vorreiben 300% des Tabellenwertes einzusetzen.

Die folgenden Tabellen Nr. 58—61 enthalten die Zeiten für das Bohren von 100 Löchern einschl. Ein- und Ausspannen; die Angaben beziehen sich auf Werkstücke, in denen je 5 Löcher zu bohren sind. Für Stücke mit anderen Lochzahlen sind die folgenden Zuschläge bzw. Abzüge zu machen:

Auf der mehrspindligen Schnellbohrmaschine:

für ein Werkstück mit	1 Loch = 20 ⁰ / ₁₀₀ Zuschlag
„ „ „ „	2 „ = 10 ⁰ / ₁₀₀ „
„ „ „ „	3 „ = 5 ⁰ / ₁₀₀ „
„ „ „ „	4—19 „ = Zeit laut Tafel
„ „ „ „	20—50 „ = 5 ⁰ / ₁₀₀ Abzug
„ „ „ „	51—100 „ = 8 ⁰ / ₁₀₀ „

Bohrtabellen für Schnellbohrmaschinen.

Tabelle Nr. 58.

Zeiten für das Bohren mit und ohne Bohrlehre in S.-M.-Stahl und Stahlguß.

Tiefe mm	Bohrerdurchmesser (mm)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Minuten für 100 Löcher									
2	42	34	32	31	31	31	31	31	32	34
4	54	37	33	32	32	32	32	33	34	36
6	67	41	34	33	33	33	33	34	36	38
8	86	44	36	34	34	34	34	36	38	40
10	104	46	37	35	35	35	35	37	40	42
12	127	56	39	36	36	36	36	38	42	44
14		59	40	37	37	37	37	40	44	46
16		64	46	39	39	39	38	42	46	48
18		76	48	40	40	40	39	44	48	50
20		78	50	42	42	42	40	46	51	52
22		92	57	46	43	44	42	48	53	54
24		95	59	48	45	45	43	50	55	57
26		109	61	50	47	46	45	51	57	59
28		112	69	51	49	48	46	52	59	61
30		127	71	57	51	50	48	54	61	64
32		130	73	59	53	51	50	56	63	66
34		147	84	60	55	55	52	58	65	69
36		150	86	68	60	57	54	60	67	72
38		169	98	70	62	59	60	62	69	74
40		172	99	72	64	61	61	64	71	77
42			113	80	71	67	62	65	73	79
44			115	82	73	69	63	70	75	82
46			130	84	75	71	65	72	77	85
48			132	95	84	78	73	74	79	88
50			149	96	86	79	74	76	81	92
Beiderseitiges Abgraten	13	13	13	14	14	14	15	15	15	15
Niete versenken	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Schraubenkopf versenken	40	41	42	44	46	48	50	52	54	55

Bei Einspindel-Bohrmaschinen muß für jeden neuen Lochdurchmesser im gleichen Stück entweder der Bohrer gewechselt oder das Stück neu aufgespannt werden; der Zuschlag beträgt:

0,15 Minuten für ein Loch.

Dasselbe gilt sinngemäß, wenn im gleichen Werkstück mehr verschiedene Lochdurchmesser vorkommen, als Spindeln an einer mehrspindlichen Bohrmaschine vorhanden sind.

Für Radialbohrmaschinen beträgt der Zuschlag 80% der Tabellenwerte.

Die Zeiten in den Tafeln gelten für das Bohren mit oder ohne Bohrlehre, denn das Einspannen in die Bohrlehre wird durch das sorgfältigere Ansetzen des Bohrers beim Bohren ohne Lehre aufgewogen.

Tabelle Nr. 59.

Zeiten für das Bohren mit und ohne Bohrlehre in Schmiedeeisen,
Weichguß, Kupfer.

Tiefe mm	Bohrerdurchmesser (mm)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Minuten für 100 Löcher									
2	39	31	30	29	29	29	29	30	31	32
4	51	34	31	30	30	30	30	31	32	33
6	62	38	32	31	31	31	31	32	33	35
8	80	41	34	32	32	32	32	33	35	37
10	97	43	35	33	33	33	33	35	37	39
12	119	52	36	34	34	34	34	36	39	41
14		55	38	35	35	35	35	38	41	43
16		60	43	36	36	36	36	39	43	45
18		70	45	38	37	37	37	41	45	47
20		73	47	39	38	38	38	43	47	49
22		86	54	44	39	39	39	45	49	51
24		88	55	45	41	41	41	46	51	53
26		102	57	47	42	42	42	48	53	55
28		104	65	48	46	44	44	50	55	57
30		119	67	54	48	46	45	52	57	59
32		122	68	55	49	48	47	54	59	61
34		138	78	57	51	52	48	55	61	64
36		141	80	64	57	54	50	57	63	67
38		158	91	65	58	55	55	58	65	70
40		161	93	67	60	57	57	60	67	72
42			106	76	67	63	58	61	69	74
44			107	77	68	64	60	67	70	77
46			122	78	70	66	61	68	72	80
48			123	88	78	73	68	70	74	83
50			139	90	80	74	70	71	76	86
Beiderseitiges Abgraten	12	12	12	13	13	13	14	14	14	14
Niete versenken	23	24	25	26	27	28	28	30	31	32
Schraubenkopf versenken	35	36	37	38	40	42	44	46	48	50

Tabelle Nr. 60.

Zeiten für das Bohren mit und ohne Bohrlehre in Grauguß, Bronze.

Tiefe mm	Bohrerdurchmesser (mm)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Minuten für 100 Löcher									
2	34	26	25	25	25	25	25	26	28	28
4	44	29	26	26	26	26	26	26	28	29
6	54	33	27	27	27	27	27	27	29	30
8	69	35	29	28	28	28	28	28	30	32
10	84	37	30	29	29	29	29	29	31	34
12	103	45	31	30	30	30	29	29	33	35
14		47	33	31	31	31	30	30	35	36
16		51	37	32	32	32	30	30	36	39
18		60	39	33	33	33	31	31	38	40
20		62	40	34	34	34	32	32	40	42
22		74	46	38	35	35	33	33	41	44
24		76	47	39	36	36	34	35	43	46
26		87	49	40	38	37	35	37	45	48
28		90	56	41	40	38	36	39	47	50
30		102	57	46	42	40	37	41	49	52
32		105	59	47	44	41	40	44	51	54
34		119	68	49	46	46	41	47	53	56
36		121	69	55	49	48	43	49	54	58
38		136	79	56	50	50	48	50	56	60
40		139	80	57	51	51	49	51	57	62
42			91	65	57	54	50	53	59	64
44			93	66	59	55	51	58	61	67
46			105	67	60	57	53	59	63	69
48			106	76	67	63	59	60	64	71
50			120	77	69	64	60	61	65	74
Beiderseitiges Abgraten	10	10	10	11	11	11	12	12	12	12
Niete versenken	20	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Schraubenkopf versenken	30	31	32	34	36	38	40	42	44	45

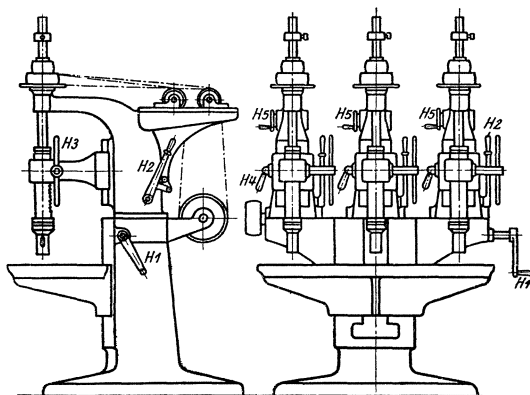


Abb. 77. (Zu S. 158.) Abb. 78.

Tabelle Nr. 61.

Zeiten für das Bohren mit und ohne Bohrlehre in Messing, Messingguß, Aluminium.

Tiefe mm	Bohrerdurchmesser (mm)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Minuten für 100 Löcher									
2	27	21	20	20	20	20	20	20	21	22
4	35	23	21	20	20	20	20	21	22	23
6	43	26	22	21	21	21	21	22	23	24
8	55	28	23	22	22	22	22	23	24	25
10	67	30	24	23	23	23	23	24	25	27
12	82	36	25	23	23	23	23	25	26	28
14		38	26	24	24	24	24	26	28	29
16		41	30	25	25	25	25	27	29	31
18		48	31	26	26	26	26	28	30	32
20		50	32	27	26	26	26	30	32	34
22		59	27	30	27	27	27	31	33	35
24		61	38	31	28	28	28	32	35	37
26		70	39	32	29	29	29	33	36	38
28		72	45	33	32	31	30	34	37	39
30		82	46	37	33	32	31	36	39	41
32		84	47	38	34	33	32	37	40	42
34		95	54	39	35	36	33	38	42	44
36		97	55	44	39	37	34	39	43	46
38		109	63	45	40	38	38	40	45	48
40		111	64	46	41	39	39	41	46	50
42			73	52	46	43	40	42	47	51
44			74	53	47	44	41	46	48	53
46			84	54	48	45	42	47	50	55
48			85	61	54	50	47	48	51	57
50			96	62	55	51	48	49	52	59
Beiderseitiges Abgraten	8	8	8	9	9	9	10	10	10	10
Niete versenken	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Schraubenkopf versenken	25	26	27	28	30	32	34	36	38	40

c) Beispiele.

Mehrspindlige Schnellbohrmaschine.

Die durch einen Motor angetriebene Maschine Abb. 77 u. 78 (S. 157) besitzt 4 Spindelgeschwindigkeiten. Der Vorschub erfolgt durch Hebel und Zahnstangengetrieb von Hand.

Der Bohrspindelschlitten ist am Ständer geführt und verstellbar. Die Bohrspindel selbst kann mittels Anschlag auf bestimmte Tiefe gestellt werden.

Beispiel: In 100 Werkstücke aus Flachmessing, 8 mm dick, sollen Löcher gebohrt werden, und zwar in jedem Werkstück:

3 Löcher von 1 mm Durchmesser

4 „ „ 3 „ „

2 „ „ 10 „ „

Wieviel Zeit braucht man für 1 und für 100 Werkstücke?

In den Bohrkopf einer jeden Bohrspindel werden die verschiedenen Bohrer eingespannt. Da die Bohrer verschieden lang sind, werden die Bohrspindeln entsprechend verstellt. Zugleich stellt man den Tiefenanschlag ein. Gebohrt wird mit der größten Geschwindigkeit, $n = 1540$.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minuten	St.-Zeit in Minuten
1.	Einrichten		6	
	a) Bohrer holen		3	
	b) „ einspannen			
	c) Aufspanntisch, Bohrspindeln und Anschläge einstellen		11	
2.	Werkstück aufnehmen, auf den Tisch legen und festspannen			0,1
3.	Ansetzen und 3 Löcher $D = 1$ mm bohren, je 0,3 Min.			0,9
4.	Werkstück unter 2. Bohrspindel bringen			0,05
5.	Ansetzen u. 4 Löcher $D = 3$ mm bohren, je 0,07 Min.			0,28
6.	Werkstück unter 3. Bohrspindel bringen			0,05
7.	Ansetzen u. 2 Löcher $D = 10$ mm bohren, je 0,1 Min.			0,2
8.	Werkstück ablegen			0,05
			20	1,63
		Verlustzeit:		0,32
		Stückzeit:		1,95

Man benötigt für:	1 Stück	100 Stück
Einrichtezeit	20 Min.	20 Min.
Stückzeit	1,95 „	195 „
Gesamtzeit	<u>21 95 Min.</u>	<u>215 Min.</u>

Beispiel: In 300 Werkstücke aus Messing von 30 mm Dicke sind je 16 Löcher pro Werkstück zu bohren, und zwar:

8 Löcher von 5 mm Durchmesser	} 30 mm tief.
4 „ „ 9 „ „	
4 „ „ 10 „ „	

Wieviel Zeit braucht man zum Bohren?

In diesem Beispiel rechnet man nach Tabelle Nr. 61.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minuten	St.-Zeit in Minuten
1.	Einrichten:			
	a) Bohrer beziehen		6	
	b) „ einspannen		3	
	c) Aufspanntisch, Bohrspindel und Anschläge stellen		11	
2.	8 Löcher $D = 5$ mm, $L = 30 + 1,5$ mm, Bohrg. $\frac{34,8}{100}$	T. 61		2,72
3.	4 „ $D = 9$ „ $L = 30 + 2,7$ „ „ $\frac{40,7,4}{100}$	T. 61		1,63
4.	4 „ $D = 10$ „ $L = 30 + 3$ „ „ $\frac{43,4}{100}$	T. 61		1,72
			20	6,07
		Verlustzeit:		0,67
		Stückzeit:		6,74

Man benötigt für:	1 Stück	300 Stück
Einrichtezeit	20 Min.	20 Min.
Stückzeit	6,7 „	2010 „
Gesamtzeit	<u>26,7 Min.</u>	<u>2030 Min.</u>

Bei Ausführung von 300 Stück braucht man für ein Stück = 6,77 Min.

Radialbohrmaschine

(größter Bohrerdurchmesser 40 mm).

Auf dieser Maschine können Löcher bis zu 40 mm in Schmiedeisen aus dem Vollen gebohrt werden.

Die Maschine besitzt 12 verschiedene Spindelgeschwindigkeiten. Eine Tabelle am Räderkasten gibt für bestimmte Bohrerdurchmesser die Hebelstellungen und Umlaufzahlen an.

Die Bohrtiefen können an einer Skala abgelesen werden, bestimmte Bohrtiefen sind durch automatischen Auslöser einstellbar. Ein Hebel dient zur augenblicklichen Ein- und Ausschaltung des Vorschubes und gleichzeitig zum schnellen Heben und Senken der Bohrspindel.

Durch Verstellen eines weiteren Hebels erhält die Bohrspindel Rechts- oder Linkslauf. Dadurch eignet sich die Maschine auch zum Gewindeschneiden.

Beispiel: 50 Werkstücke aus Grauguß sollen gebohrt, angefräst und mit Gewinde versehen werden.

Jedes Werkstück kann in 2 Aufspannungen bearbeitet werden und erhält in der ersten Aufspannung:

8 Löcher $D = 35$ mm, $L = 45$ mm bohren u. mit einer Anfräsg. v. 60 mm
versehen,
4 Löcher $D = 7/8$ „ $L = 40$ „ bohren und Gewinde schneiden,

in der zweiten Aufspannung:

4 Löcher $D = 40$ mm, $L = 70$ mm
6 „ $D = 25$ „ $L = 50$ „

Ein Werkstück ist 40 kg schwer; alle Löcher können mit Lehre gebohrt werden.

Die Werkstücke haben bearbeitete Flächen, mit denen sie auf dem Bohrtisch aufgespannt werden können. Das Bohren geschieht mit $v = 18$, das Anfräsen mit $v = 9$ und das Gewindeschneiden mit $v = 4,2$ m/Min. Nach Tabelle Nr. 3 und 4 ergibt:

$v = 18$ bei $D = 35$: $n = 164$; für $D = 19$: $n = 302$
 $v = 18$ bei $D = 40$: $n = 143$; für $D = 25$: $n = 229,5$
9 bei $D = 60$: $n = 47,7$
4,2 bei $D = 7/8$ '' Gew. $n = 60,8$

Steigung von $7/8$ '' Gew. = $25,4 : 9$ Gang = 2,828 mm.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	St.-Zeit
1.	Einrichten:			
	a) Werkzeuge beziehen		15	
	b) Bohrer in Schnellwechselfutter einbringen und Gewindeschneidapparat einstellen		10	
	c) Schwenkarm der Maschine verstellen, Aufspannwerkzeug bereitlegen		15	
2.	Werkstück aufspannen und Befestigen der Lehre			5
3.	Bohrerwechsel für Loch $D = 35$	T. 40		0,3
4.	8 mal mit Bohrer zufahren, je 0,3 Min.	T. 40		2,4
5.	8 Löcher $D = 35, L = 45$ mm + 11 mm Bohrer Spitze, 56 · 8 $\frac{164 \cdot 0,22}{}$	G. 49a		12,44
6.	Bohrerwechsel und Bohrstange mit Bohrmesser einspannen			0,3
7.	8 mal zufahren			2,4
8.	8 mal anfräsen, etwa 3 mm tief: $\frac{3 \cdot 8}{47,7 \cdot 0,1}$	G. 49d		5,03
9.	Bohrerwechsel			0,3
10.	4 mal mit Bohrer zufahren			1,2
11.	4 Löcher, $D = 19, L = 40$ mm + 6 mm Bohrer Spitze, 46 · 4 $\frac{302 \cdot 0,22}{}$	G. 49a		2,77
12.	Bohrerwechsel, Gewindeapparat einspannen			0,6
13.	4 mal mit Gewindebohrer zufahren			1,2
14.	3 Gewindebohrer wechseln, mit Talg einschmieren, zurückfahren der Bohrspindel und abstellen. Für jedes Gewinde 1 Min.			4,0
15.	Gewindeschneiden mit 3 Bohrern. Die durchschnittliche Gewindebohreranschrägung ist 15 mm lang. Anzahl der Gewinde = 4. Demnach $\frac{(40+15)}{60,8 \cdot 8,83} \cdot 2 \cdot 4$	G. 49g		7,68
16.	Lehre ausspannen, Werkstück wenden und Lehre einspannen			7
17.	Bohrerwechsel $D = 40$ mm			0,3
18.	4 mal mit Bohrer zufahren			1,2
19.	4 Löcher, $D = 40, L = 70 + 12,5$ mm: $\frac{82,5 \cdot 4}{143 \cdot 0,22}$	G. 49a		18,3
20.	Bohrerwechsel (Bohrer $D = 25$)			0,3
21.	6 mal mit Bohrer zufahren			1,8
22.	6 Löcher, $D = 25, L = 50$ mm + 7,8: $\frac{57,8 \cdot 6}{229,5 \cdot 0,22}$	G. 49a		6,8
23.	Bohrer ausspannen			0,2
24.	Lehre und Werkstück ausspannen			4
			40	85,02
		Verlustzeit:		4,98
		Stückzeit:		90,00

Man benötigt also für: 1 Stück 50 Stück
Einrichtezeit 40 Min. 40 Min.
Stückzeit 90 „ 4500 „
Gesamtzeit 130 Min. 4540 Min.

d. h. bei Ausführung von 50 Stück = 91 Min.

Radialbohrmaschine

(größter Bohrerndurchmesser 65 mm).

Der Aufbau und die Bedienung dieser Maschine ist dieselbe wie bei Radialbohrmaschine für 40 mm Bohrerndurchmesser, sie ist jedoch für größere und schwerere Werkstücke geeignet.

Beispiel: 5 Werkstücke aus Grauguß sollen gebohrt, an- und ein-gefräst werden. Ein Werkstück ist 1200 kg schwer und wird in 4 Aufspannungen gebohrt.

Erste Aufspannung:

8 Löcher $D = 60$ mm, $L = 120$ mm, Anfräsung $D = 100$ mm.

Zweite Aufspannung:

6 Löcher, $D = 35$ mm, $L = 80$ mm.

Dritte Aufspannung:

2 Löcher $D = 25$ mm, $L = 300$ mm.

Vierte Aufspannung:

6 Löcher, $D = 45$ mm, $L = 100$ mm, Einfräsung $D = 100$, 30 mm tief.

Sämtliche Löcher sind angerissen. Das Werkstück muß in der ersten Aufspannung auf 4 Böcke aufgelegt und festgespannt werden. In den folgenden 3 Aufspannungen kann das Werkstück auf die Fußplatte gelegt und festgespannt werden.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	St.-Zeit
1.	Einrichten:			
	a) Werkzeuge holen		10	
	b) Werkzeuge in Schnellwechselfutter einspannen und einstellen		10	
	c) Bohrtisch einstellen		15	
	d) Schwenkarm verstellen, 4 Böcke stellen und Aufspannwerkzeug bereitlegen		45	
2.	Aufspannen und Ausrichten des Werkstückes			45
3.	8 Löcher $D = 60$, $L = 120 + 18,8$ mm, je 12,8	T. 42		102,4
4.	8 Anfräsungen, $D = 100$ mm, je 1,76	T. 47		14,08
5.	Werkstücke ausspannen			8
6.	Böcke wegnehmen		10	
7.	Werkstück wenden und einspannen			15
8.	6 Löcher, $D = 35$, $L = 80 + 11$ mm, je 5,04	T. 42		30,24
9.	Werkstück verstellen (also ohne Ausspannen)			5
10.	2 Löcher, $D = 25$, $L = 300 + 4,8$ mm, je 19,5	T. 42		39
11.	Werkstück wenden			20
12.	6 Löcher, $D = 45$, $L = 100 + 14$ mm, je 8,14	T. 42		48,84
13.	6 Einfräsungen, $D = 100$ mm, 30 mm tief, je 9,4	T. 49		56,4
14.	Werkstück ausspannen			8
			90	391,96
		Verlustzeit:		33,04
		Stückzeit:		425,00

Man braucht also für: 1 Stück 5 Stück
 Einrichtezeit 90 Min. 90 Min.
 Stückzeit 425 „ 2125 „
 Gesamtzeit 515 Min. 2215 Min.

d. h. bei Ausführung von 5 Stück für ein Stück: 443 Min.

V. Schleifmaschinen.

a) Die verschiedenen Schleifverfahren und die Berechnung ihrer Laufzeiten.

Die Zeitdauer und die Wirtschaftlichkeit hängt beim Schleifen ebenso wie bei den bisher beschriebenen Bearbeitungsarten von der richtigen Auswahl der Werkzeuge und Arbeitsmethoden ab, die aber gerade beim Schleifen weniger Allgemeingut der Praktiker ist. Die wichtigsten Gesichtspunkte seien daher im folgenden genannt.

Die ersten Schleifmaschinen wurden in der Werkzeugmacherei verwendet, um die Werkzeuge scharf zu schleifen oder „auf Maß“ zu bringen oder um die beim Härten entstandenen Unebenheiten zu beseitigen. Diese Werkzeug-Schleifmaschinen waren „universal“ gebaut und sind es noch heute, d. h. sie sind zum Rund- und Außenschleifen, zum Innenschleifen und zum Planschleifen sowohl zylindrischer als auch kegelliger Werkstücke eingerichtet. Den Anforderungen des Werkzeugschliffs genügte eine leichte Bauart der Maschinen, weil hier nur eine verhältnismäßig dünne Spanschicht abgenommen werden soll.

Als man dann in der Massenfertigung dazu überging, Werkstücke aller Art aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und Austauschbarkeit auf der Drehbank zu schrappen und nachher auf der Schleifmaschine fertig zu schlichten, da wurden die Schleifmaschinen nicht nur schwerer, sondern es entwickelten sich aus den Universalmaschinen mehr und mehr Sondermaschinen, die z. B. entweder nur zum Rund- oder zum Innen- oder zum Planschleifen eingerichtet sind und bei einfacherer Bedienung ihrem Sonderzweck besser entsprechen.

Die Zeitbestimmung für alle Schleifarbeiten erfolgt im wesentlichen nach denselben Grundsätzen wie bei den Dreharbeiten. Denn der Bewegungsvorgang beim Außen-, Innen- und Flächenschleifen gleicht dem des Lang-, Innen- und Plandrehens mit dem einzigen Unterschiede, daß an die Stelle des einschneidigen Drehstahles die vielschneidige Schleifscheibe tritt und daß die vielen kleinen Schneiden durch rasche Umdrehung der Scheibe zur Wirkung am Werkstück gebracht werden.

Für das **Rund- oder Außenschleifen** stehen Maschinen zur Verfügung, bei denen entweder die kreisende Schleifscheibe ortsfest ist und das ebenfalls kreisende Werkstück an der Scheibe vorbeigeführt wird (s. Abb. 79). oder bei denen umgekehrt die Schleifscheibe die hin- und hergehende Bewegung erhält und das Werkstück ortsfest ist (siehe Abb. 80). Den Drehsinn von Werkstück und Schleifscheibe zeigt für beide Arten von Maschinen Abb. 81. Die Tiefenschaltung, auch Tiefenvorschub oder Zustellung genannt, kann entweder am Ende jedes Hubes oder am Ende jedes zweiten Hubes erfolgen und dann doppelt so groß als im ersten Falle sein. Die Zustellung am Ende jeden Hubes hat

den Vorzug, daß sich die Abnutzung der Scheibe gleichmäßiger auf die Länge des Werkstückes verteilt, die Bearbeitungszeit ist jedoch in beiden Fälle dieselbe.

Im Gegensatz hierzu erhält beim „Schälen“ oder „Formschleifen“ weder die Scheibe noch das Werkstück einen achsialen Vorschub, son-

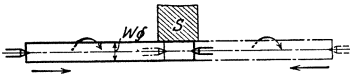


Abb. 79.

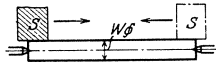


Abb. 80.

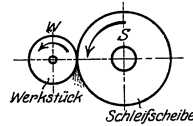


Abb. 81.

dern nur die Schleifscheibe einen Tiefenvorschub. Das Verfahren wird zuweilen angewendet, um runden Werkstücken ein bestimmtes, der Form der Scheibe entsprechendes Profil zu geben. Die Scheibe muß daher mindestens so breit sein als die zu schleifende Breite des Werkstückes, sie nützt sich aber bei diesem Verfahren in der Mitte mehr als an den Rändern ab und es entstehen daher entweder Unterschiede in der Form, oder man muß die Scheibe häufig wechseln. Auch hängt die Anwendbarkeit des Verfahrens von der Schwere der Maschine und von der Länge der Werkstücke ab.

Der Vollständigkeit wegen sei noch das Schleifen „mit festgestellter Scheibe“ und das „Schleifen nach dem Einstechverfahren“ genannt. Bei dem ersteren stellt man die Scheibe nicht nach jedem oder nach jedem zweiten Hube zu, sondern man stellt sie von Anfang an auf die volle Spantiefe ein und läßt sie am Werkstück zweimal hin- und hergehen (s. Abb. 82). Das Verfahren soll für gewisse Arbeiten geeignet sein, besonders zum Schleifen von Bronze und Gußeisen. Die Abnutzung der

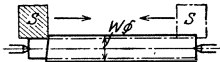


Abb. 82.

Scheibe ist jedoch dabei an den Kanten besonders groß, weil die Scheibe einen sehr starken Span abnehmen muß. Deshalb schrägt man die Kanten auf eine Länge von 8—12 mm um etwa 1 mm Tiefe ab.

Beim Einstechverfahren sticht man dagegen mit einer Scheibe von großer Breite in das Material bis auf eine Durchmesserzugabe von 0,4 bis 0,06 mm ein und nimmt dann durch einen achsialen Hin- und Hergehen die seitlich stehen gebliebenen Schichten ab. Dieses Verfahren wird praktisch nicht häufig ausgeübt.

Die Größe des seitlichen Vorschubs ist abhängig von der Schleifscheibenbreite. Theoretisch könnte man diesen Vorschub gleich der Schleifscheibenbreite nehmen, aus wirtschaftlichen Gründen wählt man

ihn beim Schrapp-Schleifen im Schmiedeeisen = $\frac{3}{5}$, im Gußeisen = $\frac{5}{6}$ der Scheibenbreite. Beim Schlichten geht man bis auf ein Viertel dieser Werte herunter. Neuere Schleifmaschinen haben Schleifscheibenbreiten von 40—60, sehr große Maschinen sogar von 300 mm. Bei diesen großen Breiten müssen natürlich auch die Werkstücke selbst stabil genug sein, um den Schleifdruck auszuhalten.

Die Größe des Tiefenvorschubes wird bei Zustellung der Scheibe am Ende jedes einzelnen oder jedes zweiten Hubes für das Schrappen zu je 0,03—0,04 mm, für das Schlichten zu je 0,002—0,004 mm gewählt, gemessen im Durchmesser des Werkstückes, und bei Verwendung von etwa 45—60 mm breiten Scheiben. Man kann den Tiefenvorschub größer wählen, wenn man den seitlichen Vorschub vermindert, und umgekehrt.

Das Rundschleifen erfolgt zwischen toten Spitzen, weil durch den Stillstand der Spitzen ein genaues Rundlaufen besser gewährleistet ist. Den Körnern ist daher größte Aufmerksamkeit zu schenken, wenn die Schleifarbeit einwandfrei ausfallen soll. Die Arbeitsgenauigkeit verlangt eine vermehrte Anwendung von Setzstöcken, die Entfernung von Setzstock zu Setzstock kann im allgemeinen 12mal so groß als der kleinste Werkstückdurchmesser gewählt werden. Breite Scheiben bedingen mehr Setzstöcke als schmale.

Die Stärke der Schleifzugabe richtet sich nach der Gestalt und der Länge des Werkstückes sowie besonders nach der Art der vorangegangenen Bearbeitung auf der Drehbank. Der Werkstoff kommt daher weniger in Betracht. Ist die Schleifzugabe zu groß, so wird die Bearbeitungszeit lang, ist sie zu klein, so bleiben Fehlstellen zurück oder das ganze Stück wird Ausschuß.

In der Regel wird man für Stücke, die nicht nachträglich gehärtet werden sollen, auf der Drehbank einen Schrappschnitt mit großem Vorschub nehmen, so daß eine wellenförmige Oberfläche (s. Abb. 83) entsteht; diese muß beim Schleifen restlos entfernt, die Zugabe also entsprechend groß bemessen werden.



Abb. 83.

Dagegen kann man Werkstücke, die gehärtet werden oder sehr schlank sind, nicht in dieser groben Art, sondern man muß sie sorgfältig und mit kleinem Vorschub auf der Drehbank vorschruppen. Denn bei gehärteten Werkstücken soll die Schleifzugabe klein sein, damit die dünne Härteschicht nicht entfernt wird, und bei langen, schlanken Werkstücken ist es zeitraubend und daher unwirtschaftlich, größere Zugaben wegzuschleifen.

Die Umfangsgeschwindigkeit soll bei Schleifscheiben aus Alundum etwa 30 m/Sek., bei Scheiben aus Elektrit und Karborundum 25 bis 27 m/Sek. betragen.

Die Umfangsgeschwindigkeit des Werkstückes (Schnittgeschwindigkeit) richtet sich auch beim Schleifen nach dem Werkstoff und nach der Arbeit; sie ist verschieden beim Schruppen und beim Schlichten. Je langsamer das Werkstück läuft, um so größer ist die Zahl der zur Wirkung gelangenden Schneiden, desto geringer die Beanspruchung der Schleifscheibe, und desto größer kann der seitliche Vorschub gewählt werden. Kleine Umfangsgeschwindigkeit der Werkstücke bei großem seitlichem Vorschub liefern die günstigsten Ergebnisse mit Bezug auf Spanleistung, Arbeitsaufwand des Antriebsmotors und hinsichtlich der Bearbeitungszeit.

Bei allen Schleifvorgängen — auch beim Innen- und Planschleifen — kann man sowohl naß als auch trocken schleifen. Vorzuziehen ist auf alle Fälle das Naßschleifen, nur kann es nicht immer angewendet werden. Als Kühlflüssigkeit verwendet man mit Vorteil 1 kg Soda auf 20 l Wasser.

Den Vorgang beim **Innenschleifen** zeigen die Bilder 84 und 85. Man wird bei einiger Überlegung erkennen, daß der Drehsinn von Werk-

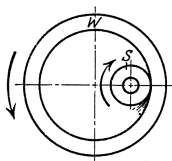


Abb. 84.

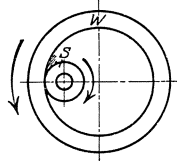


Abb. 85.

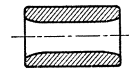


Abb. 86.

stück und Schleifscheibe nach Abb. 84 der richtigere ist; die Bearbeitungszeit ist in beiden Fällen dieselbe.

Um bogenförmige Bohrungen nach Abb. 86 zu vermeiden, empfiehlt es sich, mit der Schleifscheibe nicht fortwährend rechts und links herauszufahren, sondern nur, wenn es unbedingt notwendig ist.

Die vorteilhafteste Schleifscheibenbreite beim Schleifen von Bohrungen 25—80 mm Durchmesser beträgt 18 mm für Bohrungen, die frei von Nuten sind. Bohrungen mit Nuten verlangen härtere und breitere Schleifscheiben, und zwar müssen die Schleifscheiben desto breiter und härter sein, je mehr Nuten vorhanden sind.

Die Scheibe soll im Verhältnis zur Bohrung recht klein sein, weil durch große Scheiben ein großer Berührungsbogen entsteht und das Werkstück schnell und stark erwärmt wird.

Für das Innenschleifen sollte man vorzugsweise den Naßschliff verwenden, weil dadurch glattere und genauere Bohrungen erzielt werden.

Beim Innenschliff sind die Schleiflängen verhältnismäßig kurz, die Schleifzugabe ist für gehärtete und ungehärtete Stücke ab-

hängig von der Größe, Länge und Wandstärke sowie vom verwendeten Werkstoff.

Im allgemeinen wählt man für:

Bohrungen bis etwa	60 mm:	0,1—0,2 mm	Schleifzugabe
„	„	150 „	: 0,3—0,5 „
Größere Längen:		0,6—0,9 „	„

Je nach der Art der Stücke muß die Zugabe gegebenenfalls noch größer genommen werden.

Als Span- bzw. Schnittiefe hat sich beim Innenschliff 0,01 bis 0,015 mm für einen Doppelhub, und zwar im Durchmesser gemessen, für alle Geschwindigkeiten, seitlichen Vorschübe, Größen und Werkstoffe bewährt.

Werkstück- und Schleifscheibengeschwindigkeiten für Innenschliff.

Werkstoff	Körnung der Schleifscheiben (nach Norton)	Härte	Umfangsgeschwindigkeit des Werkstückes		
			in m/Min.	Alun- dum	Karbo- rundum
Stahl, weich	ca. 50	M	18 — 24	20—24	18—21
„ gehärtet	„ 50	M	24 — 30	Meter	
Gußeisen	„ 46	N	25 — 30	i. d.	
Messing o. Bronze	„ 50	K	30 — 35	Sekunde	

Der Vorgang beim **Flächenschleifen** ist bedingt durch die Bauart der in Betracht kommenden Maschinen. Man unterscheidet Flächenschleifmaschinen:

- a) nach der Bauart der Hobelmaschinen,
- b) „ „ „ „ Karusselldrehbänke,
- c) „ „ „ „ Drehbänke.

Die Flächenschleifmaschinen nach a) sind im wesentlichen konstruiert wie Langhobelmaschinen, und das Schleifen vollzieht sich ähnlich wie das Hobeln (s. S. 209). Der Tisch führt dabei einen Arbeitsgang und einen Rücklauf aus, wobei die Geschwindigkeit in beiden Fällen gleich ist.

Das Verfahren nach Abb. 87 ist das am meisten angewandte. Werkstück oder Schleifscheibe erhalten am Anfang und Ende oder nur am Anfang jedes Hubes einen seitlichen Vorschub, bis die zu schleifende Fläche des Werkstückes bestrichen ist. Der Tiefenvorschub erfolgt erst, nachdem die Schleifscheibe einmal über die ganze Schleiffläche gegangen ist. Es empfiehlt sich, leichte Schnitte mit großem, seitlichem Vorschub zu nehmen, der gleich der Schleifscheibenbreite sein kann.

Das Verfahren nach Abb. 88 unterscheidet sich vom vorhergehenden dadurch, daß mit einer Schleifscheibe, die breiter als das Werkstück ist, ohne seitlichen Vorschub, also nur mit Tiefenschaltung, das Werkstück überschleift wird.

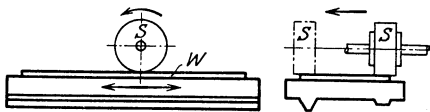


Abb. 87.

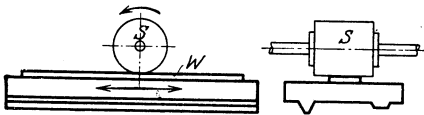


Abb. 88.

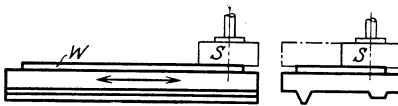


Abb. 89.

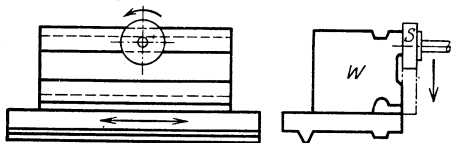


Abb. 90.

Beim dritten Verfahren, Abb. 89, „Senkrechtschleifen“ genannt, ist die Tischbewegung dieselbe wie bei den beiden Verfahren nach Abb. 87 und 88, die Schleifscheibenachse steht jedoch senkrecht statt wagerecht. Mit dieser Anordnung ist es möglich, breitere und tiefere Schnitte zu nehmen als nach den Verfahren Abb. 87 und 88. Die Schleifscheibe hat Tassen- oder Topfform.

Das vierte Verfahren Abb. 90 unterscheidet sich vom dritten nur durch die seitliche Anordnung der Schleifscheibe, während Schaltung und Tischbewegung dem dritten Verfahren entsprechen.

Flächenschleifmaschinen der unter b) genannten Art haben als Tisch eine wagrecht liegende Planscheibe, auf welcher ein oder viele Werkstücke aufgespannt werden können (s. Abb. 91). Die Achse der Schleifscheibe, die Tassen- oder Topfform haben muß, liegt parallel zur Planscheibenachse.

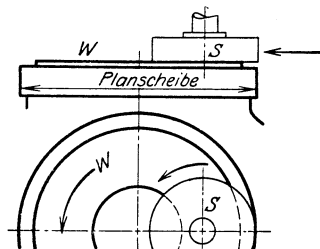


Abb. 91.

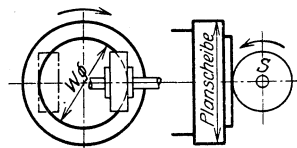


Abb. 92.

Bei diesen Maschinen dreht sich die Planscheibe mit den aufgespannten Werkstücken, während die Schleifscheibe nach jeder Planscheibenumdrehung je nach Bedarf seitlich oder tiefer geschaltet werden kann.

Das **Planschleifen** nach Abb. 92 mit einer unter c) genannten Maschine kann mit den vorstehend beschriebenen Verfahren nicht verglichen werden. Es gleicht dem Plandrehen mit der Drehbank. Das Werkstück wird hier an einer senkrecht stehenden Aufspannscheibe oder in einem Futter aufgespannt. Nach jeder Umdrehung der Aufspannscheibe wird die Schleifscheibe seitlich oder tiefer geschaltet.

Die Schleifzugabe beim Flächenschleifen richtet sich nach der Form und Größe der Stücke, der vorangegangenen Bearbeitung, sowie nach der verlangten Genauigkeit der Werkstücke. Vielfach sind Werkstücke zu schleifen, deren zu schleifende Flächen vorher nicht bearbeitet wurden. Die Schleifzugabe richtet sich ferner nach dem Genauigkeitsgrad, mit welchem die Werkstücke angeliefert werden können. Im allgemeinen soll die Schleifzugabe so klein als möglich sein.

Bestimmte Angaben über den seitlichen und Tiefenvorschub beim Flächenschleifen können nicht angegeben werden, da Art, Form und Genauigkeit der Werkstücke zu mannigfaltig sind. Für den seitlichen Vorschub nimmt man höchstens $\frac{3}{4}$ — $\frac{5}{6}$ der Schleifscheibenbreite beim Schrappen und geht beim Schlichten herunter bis auf 20% dieser Werte; der Tiefenvorschub schwankt zwischen 0,002 und 0,15 mm.

Um die Berechnung zu vereinfachen, kann man für das Schrappen und Schlichten mit einem mittleren Vorschub von 50 % der Scheibenbreite rechnen.

Die Umfangsgeschwindigkeit der Schleifscheiben beim Flächenschleifen beträgt höchstens 25—30 m/Sek., Schleifscheiben mit Tassen- oder Topfform dürfen nur mit 18 m/Sek. umlaufen.

Die Werkstückgeschwindigkeiten sind für verschiedene Werkstoffe verschieden.

Zur Bestimmung der Maschinenlaufzeiten sind neben den Angaben über die Schnittgeschwindigkeit bzw. die Umdrehungen des Werkstückes noch solche über den Vorschub und die Anzahl der Schnitte erforderlich, mit denen über das Werkstück gegangen werden muß.

Die in Tabelle Nr. 66 angegebenen Schnittzahlen sind als einfache Hübe zu verstehen. Bei Ermittlung der Laufzeit ist demnach die zu schleifende Länge, gegebenenfalls zuzüglich Ausfahrlänge (siehe unten), in Rechnung zu stellen.

Das Schleifen vollzieht sich bekanntlich so, daß man bei Werkstücken, die rechts und links abgesetzt sind, mit der Schleifscheibe rechts und links ausfährt. Haben die Werkstücke einseitig einen Bund, so fährt man an der offenen Seite aus, an der anderen Seite dagegen nur bis zum Bund. Sind jedoch beiderseitig Ansätze, wie z. B. bei geschlossenen Lagerstellen an Wellen, so ist die Schleiflänge entsprechend kürzer. Im allgemeinen muß man also zu der Schleiflänge noch die Ausfahrlänge hinzuzählen.

Die Ausfahrlänge ist wiederum abhängig von der Schleifscheibenbreite, und außerdem sind noch 5—10 mm hinzu zu rechnen, weil die Umsteuerung der Maschine meist nicht augenblicklich erfolgt.

Bezeichnet:

- l = die Schleiflänge lt. Zeichnung,
 L = Schleiflänge lt. Zeichnung plus 5—10 mm für einseitiges Ausfahren,
 L_1 = Schleiflänge lt. Zeichnung plus 10—20 mm plus Schleifscheibenbreite für beiderseitiges Ausfahren,
 n = Umlaufzahl des Werkstücks in der Minute,
 s = seitl. Vorschub für eine Umdrehung des Werkstücks,
 i = Schnitzzahl = Anzahl der Hübe, bei denen Zustellung erfolgt,
 s_t = Tiefenvorschub für eine Umdrehung des Werkstücks,
 e = einseitige Einstehtiefe,
 R = Außenradius des Werkstücks,
 r = Innenradius des Werkstücks,
 X = Verlustzeit für das Umsteuern = Schnitzzahl: 10 (dieser Wert ist jedoch je nach dem Zustand der Umsteuerung zu vergrößern oder zu verkleinern),

so berechnet man die Laufzeit für das **Langschleifen** entsprechend der Gleichung (29) bzw. (30):

für beiderseitig abgesetzte Werkstücke:

$$T = \frac{L_1 \cdot i}{n \cdot s} + X \dots \dots \dots (52)$$

für einseitig abgesetzte Werkstücke:

$$T = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} + X \dots \dots \dots (53)$$

für beiderseitig mit Bund versehene Werkstücke:

$$T = \frac{l \cdot i}{n \cdot s} + X \dots \dots \dots (54)$$

Beim **Planschleifen** erhält man als Laufzeiten für die Bearbeitung von:

Kreisringen:
$$T = \frac{(R - r) \cdot i}{n \cdot s} + X \dots \dots \dots (55)$$

Kreisflächen:
$$T = \frac{R \cdot i}{n \cdot s} + X \dots \dots \dots (56)$$

Das **Formschleifen** ähnelt dem Einstechen auf der Drehbank. Soll z. B. vom Durchmesser eines Werkstückes 0,6 mm abgeschliffen werden, dann beträgt die einseitige Zugabe 0,3 mm. Nennt man den Vorschub

senkrecht zur Werkstückachse Tiefenvorschub, so lautet die Gleichung für Bestimmung der Laufzeit:

$$t = \frac{\text{Einseitige Einstechtiefe}}{\text{Umlaufzahl} \cdot \text{Tiefenvorschub}} = \frac{e}{n \cdot s_t} \dots \dots (57)$$

Das **Innenschleifen** und **Kegeligschleifen** erfolgt nach denselben Grundsätzen wie das Langschleifen, daher finden die entsprechenden Gleichungen zur Zeitbestimmung Anwendung.

Die Geschwindigkeits- bzw. Umlaufzahlen der Schleifscheiben berechnet man nach den bekannten Gleichungen:

$$v = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{60}$$

$$n = \frac{v \cdot 60}{D \cdot \pi}$$

b) Tabellen mit Zeitangaben.

Tabelle Nr. 62.

Umlaufzahlen der Schleifscheiben bei verschiedenen Durchmessern und Umfangsgeschwindigkeiten.

Durchmesser der Schleifscheibe in mm	Umfangsgeschwindigkeit i. d. Sekunde				
	15 m	20 m	25 m	30 m	35 m
	Umlaufzahl i. d. Minute				
25	12000	15300	19110	23000	26750
50	6000	7650	9550	11450	13350
75	4000	5100	6375	7650	9000
90	3330	4250	5310	6375	7425
100	3000	3825	4775	5735	6675
125	2400	3050	3800	4600	5300
150	2000	2550	3200	3800	4450
175	1715	2200	2730	3275	3800
200	1500	1910	2385	2875	3350
225	1335	1700	2100	2550	2975
250	1200	1525	1900	2300	2675
275	1090	1390	1735	2185	2430
300	1000	1275	1590	1900	2230
350	860	1090	1365	1635	1900
400	750	955	1195	1450	1675
450	665	850	1055	1275	1485
500	600	765	960	1145	1400
550	545	690	850	1030	1190
600	500	635	795	950	1110
650	460	585	730	875	1025
700	430	540	675	810	950
750	400	505	630	760	885
800	375	475	595	715	835
1000	300	380	475	575	670

Tabelle Nr. 63.

Einrichten und wiederkehrende Arbeiten.

Art der Arbeit	Spitzenhöhe in mm		
	140	240	340
	Minuten		
Schleifscheibe auswechseln	8	12	16
„ abziehen	2	3	5
Setzstock einspannen	1,5	2	3
„ einstellen	0,6	0,8	1
„ ausspannen	0,8	1	1,5
Setzstockstelle anschleifen 20 mm Durchmesser . .	1	1,3	—
„ „ 50 „ „	1,2	1,4	1,5
„ „ 80 „ „	1,4	1,5	1,6
„ „ 120 „ „	—	1,6	1,8
„ „ 150 „ „	—	1,8	2,1
„ „ 200 „ „	—	2	2,4
Hubbegrenzung einstellen	0,5	0,6	0,8
Reitstock verstellen	1	1,5	2

Schneidhaltigkeit der Schleifscheibe für Schrupperarbeit $\frac{3}{4}$ — $1\frac{1}{4}$ Std.

„ „ „ „ Schlichtarbeit 1 — $1\frac{1}{2}$ Std.

Nach dieser Zeit müssen die Scheiben mit dem Diamanten abgedreht werden.

Tabelle Nr. 64.

Schnittgeschwindigkeit der Werkstücke.

Werkstück- durchm. in mm	Werkstoff:			
	S.-M.-Stahl schrupp. u. schl.	Stahl gehärtet schrupp. u. schl.	Grauguß schrupp. u. schl.	Bronze schrupp. u. schl.
	Meter i. d. Minute			
20	10,8	12	15	18
40	11,4	12,6	15	18
60	12	13,2	15,3	18,3
80	12,6	13,8	15,3	18,3
100	13,2	14,4	15,6	18,6
120	13,8	15	15,6	18,6
140	14,4	15,6	15,9	18,9
160	15	16,2	15,9	18,9
180	15,6	16,8	16,2	19,2
200	16,2	17,4	16,5	19,5
220	16,8	18	16,8	19,8
240	17,1	18,3	17,1	20,1
260	17,4	18,6	17,4	20,4
280	17,7	18,9	17,7	20,7
300	18	19,2	18	21

Tabelle Nr. 65.
Anzahl der Setzstücke.

Länge des Werk- stücks in mm	Werkstückdurchmesser in mm													
	15	25	35	45	55	65	80	100	125	150	175	200	225	250
	Setzstockzahl:													
450	2	1	1											
600	2	2	1	1	1									
750	3	2	2	1	1	1								
900	4	3	2	2	2	1	1							
1050	5	4	3	2	2	2	1	1						
1250	6	5	4	3	3	2	2	1	1	1				
1500		6	5	4	3	3	2	2	1	1	1			
1750			6	5	4	3	3	2	2	1	1	1	1	
2000				6	5	4	3	3	2	2	2	1	1	1
2300					6	5	4	3	3	2	2	2	2	1
2600					6	6	5	4	3	3	3	2	2	2
2900					7	6	6	4	4	3	3	3	3	2
3200						7	6	5	5	4	4	3	3	3
3500							6	5	6	5	5	4	4	3

Die in obiger Tabelle angegebene Setzstockzahl gilt für glatte Wellen aus Stahl. Je nach der Elastizität des Werkstoffs ist es nötig, noch über die angegebenen Zahlen hinauszugehen. Haben die Wellen verschiedene Durchmesser, so verringert man die Anzahl der Setzstücke.

Tabelle Nr. 66.

Schnittzahlen (einfache Hübe) bei verschiedenen Durchmessern, Längen und Zugaben.

Die angegebenen Schnittzahlen gelten für S.-M.-Stahl bis zu 65 kg Festigkeit, vgl. S. 169.

Durch- messer in mm	Zugabe in mm	Länge in mm										
		20	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
		Schnittzahl:										
20	0,3	12	16	18	20	22	24	26	28	30	33	35
	0,4	15	18	20	23	25	28	30	32	35	38	40
40	0,3	10	13	15	17	19	21	22	24	26	28	30
	0,4	13	15	18	20	22	24	26	28	30	32	34
60	0,4	10	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31
	0,5	12	15	17	19	21	23	25	27	29	32	34
80	0,4	10	13	14	15	17	18	20	22	24	26	28
	0,5	11	15	16	18	19	20	22	24	26	28	30
100	0,6	13	16	18	19	20	22	24	26	28	30	33
	0,5	12	15	16	18	19	20	22	24	26	28	29
120	0,6	13	16	17	19	20	21	23	25	27	29	31
	0,5	12	15	16	18	19	20	23	24	26	27	28
	0,6	13	16	18	20	21	22	24	25	27	28	30

Fortsetzung von Tabelle Nr. 66.

Durchmesser in mm	Zugabe in mm	Länge in mm										
		20	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
		Schnittzahl:										
140	0,5	13	16	18	19	20	21	22	23	24	26	28
	0,6	14	17	19	20	21	22	23	24	26	28	30
160	0,5	13	16	18	19	20	21	22	23	24	26	28
	0,6	14	17	19	20	21	23	24	25	26	28	30
180	0,5	13	16	18	19	20	21	22	23	25	27	29
	0,6	14	17	19	20	21	23	24	25	26	28	30
200	0,5	14	17	19	20	21	22	23	24	26	28	30
	0,6	16	19	21	22	23	24	25	26	28	30	32
220	0,5	14	17	19	20	21	22	23	24	26	28	30
	0,6	16	19	21	22	23	24	25	26	28	30	32
240	0,5	15	18	20	21	22	23	24	25	27	29	31
	0,6	17	20	22	23	24	25	26	27	29	31	33
260	0,5	15	18	20	21	22	23	24	25	27	29	31
	0,6	17	20	22	23	24	25	26	27	29	31	33
280	0,5	16	19	21	22	23	24	25	28	28	30	32
	0,6	18	21	23	24	25	26	27	28	30	32	34
300	0,5	16	19	21	22	23	24	26	28	30	32	34
	0,6	18	21	23	24	25	26	28	30	32	34	36

Tabelle Nr. 67.

Messen.

Durchmesser in mm	Schleiflänge in mm											
	20	100	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
	Zeit in Minuten											
20	1,6	1,8	2,1	2,4	2,8	3,2	3,7	4,2	4,7	5,2	5,8	6,5
40	1,7	2	2,3	2,6	3	3,5	4	4,5	5	5,6	6,2	7
60	1,8	2,1	2,5	2,8	3,2	4,3	4,3	4,8	5,4	6	6,6	7,5
80	1,8	2,3	2,7	3	3,4	4	4,6	5,2	5,8	6,4	7,1	8
100	1,9	2,4	2,9	3,4	3,7	4,3	4,9	5,5	6,2	6,9	7,6	8,5
120	2,2	2,8	3,3	3,8	4,3	5,1	5,7	6,4	7,2	8,1	9	10
140	2,4	3	3,6	4,1	4,7	5,5	6,2	7	7,8	8,7	9,7	10,8
160	2,6	3,2	3,9	4,5	5,1	5,9	6,7	7,6	8,4	9,3	10,4	11,6
180	2,8	3,5	4,2	4,8	5,5	6,3	7,2	8,1	9	10	11,2	12,4
200	3	3,7	4,5	5,1	5,9	6,8	7,7	8,6	9,6	10,7	12	13,2
220	3,2	4	4,8	5,5	6,3	7,2	8,2	9,2	10,2	11,6	12,8	14
240	3,4	4,2	5,1	6,9	6,7	7,7	8,7	9,8	10,8	12,3	13,5	14,8
260	3,6	4,4	5,4	6,2	7,1	8,2	9,2	10,4	11,4	13	14,3	15,6
280	3,8	4,7	5,7	6,6	7,5	8,7	9,8	11	12,3	13,7	15,1	16,5
300	4	5	6	7	8	9,2	10,4	11,7	13	14,4	15,9	17,5

Die Tabelle enthält die Zeiten für das Messen beim Schruppen und Schlichten, und zwar bis zu 100 mm Durchmesser für Lauf-, Fest- und Preßsitz; bei Werkstücken über 100 mm Durchmesser ist für Festsitz 40% zuzuschlagen.

e) Beispiele.

Rundschleifmaschine,

Spitzenhöhe 220 mm, größte Schleiflänge 2000 mm.

Bei der Rundschleifmaschine Abb. 93 führt der Schleifscheibenschlitten die hin- und hergehende, achsiale Vorschubbewegung aus, während der Tisch mit dem Werkstück still steht. Der Tisch besteht aus einem Oberteil und einem Unterteil, das Oberteil ist zum Schleifen

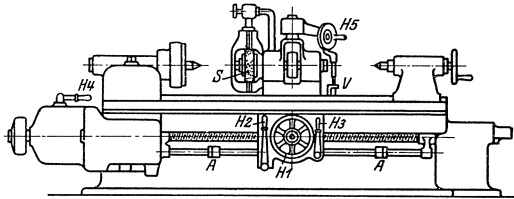


Abb. 93.

kegeliger Werkstücke gegen das Unterteil um $5\frac{1}{2}^{\circ}$ verdrehbar und feststellbar. Die Schleifscheibe wird vom Deckenvorgelege aus angetrieben, die Zustellung kann von Hand oder selbsttätig erfolgen, ebenso der achsiale Vorschub, der innerhalb der Grenzen von 0—30 mm für eine Umdrehung des Werkstücks durch ein Reibungsgetriebe geregelt werden kann. Die Werkstücks-Umdrehungen liegen zwischen 40 und 200 in der Minute.

Es bedeutet in Abb. 93:

- H_1 = Handrad zur achsialen Verstellung des Schleifspindelstockes,
- H_2 = Hebel zur Umsteuerung des achsialen Vorschubes,
- H_3 = Hebel zum Ein- und Ausrücken der selbsttätigen Zustellung,
- H_4 = Hebel zur Verstellung des Reibungsgetriebes für den Vorschub,
- H_5 = Handrad für Zustellung von Hand,
- A = Anschläge für die Hubbegrenzung des Schleifspindelschlittens.

Vorhanden sind 9 Setzstöcke mit federnder Rückenführung für Arbeitsstücke bis 150 mm Durchmesser.

Hauptabmessungen

Spitzenweite	2000 mm	Umlaufzahl der Schleifscheibe	1200 i. d. Min.
Spitzenhöhe	220 „	Verstellbarkeit des Tisches	$5\frac{1}{2}^{\circ}$ „
Größter Schleifdurchmesser	300 „	Motor	12 PS
Größte Schleiflänge	2000 „	Umlaufzahlen des Arbeitstückes	40, 68, 116, 200 i. d. Min.
Normal-Schleifscheibe		Vorschub f. eine Umdr. der	
$D = 400, B = 40 \div 50$ „		Schleifscheibe	0—30 mm

Beispiel: 40 Werkstücke nach Abb. 31 schleifen. Zugabe 0,4 mm. Schleifscheibenbreite 40 mm. Da das Werkstück sehr schlank ist, beträgt die Schnittgeschwindigkeit 9 m.

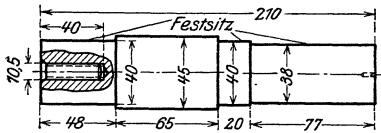


Abb. 94.

Nach Tabelle Nr. 3 geben 9 m 130 Umdrehungen. Nach der Maschinenkarte ist die nächst höhere Umlaufzahl 200 in der Minute. Mit dieser Geschwindigkeit können die Werkstücke nicht bearbeitet werden, da sie verhältnismäßig dünn sind. Es kommt die Umlaufzahl von 116 in der Min.

in Frage. Der Vorschub beträgt statt 20 mm, 15 und 10 mm für eine Umdrehung.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	St.-Zeit
1.	Einrichten:			
	Schleifscheibe abziehen	}	3	
	Reitstock verstellen		1,5	
	2 Setzstöcke aufspannen und einstellen		5,6	
	Allgemein Werkzeug		15	
2.	Ein-, Um- und Ausspannen	T. 11		2
3.	2 Setzstockstellen anschleifen	T. 63		2,6
4.	Hubbegrenzung einstellen für 520 mm Länge	T. 63		0,6
5.	22er \varnothing , 520 lg. schleifen: $\frac{(520 + 10) \cdot 24}{116 \cdot 15} + 2,4$	G. 52		9,7
6.	22er \varnothing , 520 lg. messen	T. 67		2,6
7.	Hubbegrenzung einstellen für 180 mm Länge	T. 63		0,6
8.	22er \varnothing , 180 lg. schleifen: $\frac{(180 + 60) \cdot 24}{116 \cdot 15} + 2,4$ für Festsitz	G. 53		5,71
9.	22er \varnothing , 180 lg. messen	T. 67		2
10.	Hubbegrenzung einstellen für 100 mm Länge	T. 63		0,3
11.	22er \varnothing , 100 lg. schleifen (nur noch einige Schnitte, da ja schon auf Festsitz geschliffen ist)			0,91
12.	22er \varnothing , 100 lg. Laufsitz messen	T. 67		0,5
13.	Mit Schmirgeltuch und Öl abziehen			1,2
14.	2 Setzstöcke abspannen	T. 63	2	
15.	Schleifscheibe abziehen auf 1 Stück verteilt			2,0
			27,1	30,72
	Verlustzeit:		2,9	5,28
	Stückzeit:			36,00

Man benötigt für 40 Stücke:

Einrichtezeit	30 Min.
Stückzeit	$40 \times 36 = 1440$ „
Gesamtzeit	<u>1470 Min.</u>

Beispiel: Es sollen 300 Werkstücke nach Abb. 94 geschliffen werden. Zugabe 0,4 mm. Schnittgeschwindigkeit 11,4 m/Min. Schleifscheibenbreite 40 mm, demnach Vorschub 20 mm/Umdr. Nach Tabelle Nr. 3 gibt $v = 11,4$: $n = 90$, nach der Maschinenkarte ist die nächstliegende Umlaufzahl = 116.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	St.-Zeit
1.	Einrichten:			
	Reitstock verstellen	} T. 63	1,5	
	Schleifscheibe abziehen		3	
	Werkzeug beschaffen		15	
2.	Ein-, Aus- und Umspannen	T. 11		2
3.	$D = 40, L = 18$ mm schleifen: $\frac{0,2}{116 \cdot 0,003}$	G. 57		0,57
4.	$D = 40, L = 18$ mm messen	T. 67		1,7
5.	Hubbegrenzung stellen für $D = 45$	T. 63		0,6
6.	$D = 45, L = 66$ mm schleifen: $\frac{(66 + 60) \cdot 14}{116 \cdot 20} + 1,4$	G. 52		2,16
7.	$D = 45, L = 66$ mm messen	T. 67		1,8
8.	$D = 40, L = 20$ mm schleifen: $\frac{0,2}{116 \cdot 0,003}$	G. 57		0,57
9.	$D = 40, L = 20$ mm messen	T. 67		1,7
10.	Hubbegrenzung stellen für $D = 38$ mm	T. 63		0,6
11.	$D = 38, L = 77$ mm schleifen: $\frac{(77 + 10) \cdot 14}{116 \cdot 20} + 1,4$	G. 52		1,93
12.	$D = 38, L = 77$ mm messen	T. 67		1,8
13.	Werkstück mit Schmirgeltuch und Öl abziehen			0,58
14.	Schleifscheibe abziehen verteilt, auf 1 Stück			0,91
			19,5	16,92
	Verlustzeit:		0,5	3,08
	Stückzeit:			20,00

Man benötigt für 300 Stück:

Einrichtezeit	20 Min.
Stückzeit	$300 \times 20 = 6000$ „
Gesamtzeit	$\frac{6000}{6020}$ Min.

Beispiel: 20 Werkstücke nach Abb. 35, 36 schleifen. Zugabe 0,5 mm.

Schnittgeschwindigkeit bei 130 mm	$\varnothing = 13,8$ m = 33,8 Uml.
„ „ 105 „	$\varnothing = 13,2$ „ = 40 „
„ „ 85 „	$\varnothing = 12,6$ „ = 47,2 „
„ „ 70 u. 75 „	$\varnothing = 12$ „ = 54,6/51 Uml.

Schleifscheibenbreite 40 mm. Demnach Vorschub = 20 mm.

Nach der Maschinenkarte muß für die Durchmesser 70 und 75 mm mit 68, für die andern Durchmesser mit 40 Umläufen gearbeitet werden.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	St.-Zeit
1.	Einrichten:			
	Scheibe abziehen	} T. 63	3	
	Reitstock verstellen		1,5	
	Setzstock aufspannen und einstellen		3	
	Allgemein Werkzeug		20	
	Transport:		27,5	

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	St.-Zeit
	Transport:		27,5	
2.	Ein-, Um- und Ausspannen	T. 11		8
3.	2 Setzstockstellen anschleifen	T. 63		2,6
4.	Hubbegrenzung einstellen für 600 mm Länge	T. 63		0,6
5.	130er \emptyset , 600 lg. schleifen: $\frac{600 + 60 \cdot 18}{40 \cdot 20} + 1,8$	G. 52		16,65
6.	130er \emptyset , 600 lg. messen	T. 67		4,5
7.	Hubbegrenzung einstellen	T. 63		0,6
8.	105er \emptyset , 250 lg. schleifen: $\frac{250 + 10 \cdot 15}{40 \cdot 20} + 1,5$	G. 53		6,38
9.	105er \emptyset , 250 lg. messen	T. 67		3,2
10.	Hubbegrenzung einstellen für 50 mm Länge	T. 63		0,6
11.	85er \emptyset , 50 lg. schleifen: $\frac{50 + 10 \cdot 12}{40 \cdot 20} + 1,2$	G. 53		2,1
12.	85er \emptyset , 50 lg. messen	T. 67		2
13.	Hubbegrenzung einstellen für 200 mm Länge	T. 63		0,6
14.	75er \emptyset , 200 lg. schleifen: $\frac{200 + 10 \cdot 15}{68 \cdot 20} + 1,5$	G. 53		3,82
15.	75er \emptyset , 200 lg. messen	T. 67		2,7
16.	85er Ansatz genau wie Arbeitsgang 11 und 12			4,1
17.	75er „ „ „ „ 13, 14 und 15			7,12
18.	Hubbegrenzung einstellen für 150 mm Länge	T. 63		0,6
19.	70er \emptyset , 150 lg. schleifen: $\frac{150 + 10 \cdot 14}{68 \cdot 20} + 1,4$	G. 53		3,05
20.	70er \emptyset , 150 lg. messen	T. 67		2,4
21.	Mit Schmirgeltuch und Öl abziehen			5
22.	Setzstock ausspannen	T. 63	1	
23.	Schleifscheibe abziehen			9
			28,5	85,62
	Verlustzeit:		1,5	16,37
	Stückzeit			102,00

Man braucht für 20 Stück:

Einrichtezeit		30 Min.
Stückzeit	$20 \cdot 102 =$	$\frac{2040}{\quad}$ „
Gesamtzeit		2070 Min.

VI. Fräsmaschinen.

a) Die verschiedenen Fräsverfahren; Berechnung der Laufzeiten.

Wohl kein Zweig der neuzeitlichen Metallbearbeitung hat eine so ungeahnte und schnelle Entwicklung durchgemacht wie die Fräserei, deren Vielseitigkeit sich in der mannigfachen Zahl der Fräsverfahren und Fräsmaschinenarten zeigt. Ähnlich wie beim Schleifen haben sich aus den Universalmaschinen die Sondermaschinen entwickelt, durch

die das Fräsen in sehr vielen Fällen dem Drehen, Hobeln, Stoßen wirtschaftlich überlegen geworden ist. Es gibt Arbeiten, die auf der Fräsmaschine sich in sehr viel kürzerer Zeit, ja oft in Bruchteilen der Laufzeit von Drehbank oder Hobelmaschine ausführen lassen. Dadurch ist das Schlagwort: „Fräsen ist billiger als Hobeln“ entstanden, das aber nur mit der Einschränkung: „je nach dem Werkstück“ richtig ist.

Von den hauptsächlichsten Maschinenarten seien hier genannt: Einfache Ständerfräsmaschinen, Universal-, Plan-, Senkrecht-, Langloch-, Kopier-, Gewinde-, Stirnräder-, Schneckenräder-, Zahnstangen-, Spiralbohrer-Fräsmaschinen, sowie die mehrspindligen Fräsmaschinen.

Die Bestrebungen gehen in neuester Zeit dahin, für die Massenfertigung Sondermaschinen zu schaffen, und diese Maschinen für verschiedene Arbeiten durch Sondervorrichtungen geeignet zu machen. Solche Vorrichtungen sind z. B. schnellspannende Schraubstöcke, Zahnstangenfräsmaschinen, Teilapparate für einfache Ständerfräsmaschinen, Zentrierschraubstöcke zur Bearbeitung von Wellen auf Langfräsmaschinen usw.

Die Arbeitsweise des Fräasers ist grundsätzlich in Teil I, S. 21 beschrieben. Die Zeitbestimmung für das Fräsen ist, wie aus dem Folgenden hervorgeht, einfacher als bei den anderen Arbeitsverfahren, weil hier nicht mit der Schnittgeschwindigkeit und dem Vorschub für eine Umdrehung gerechnet zu werden braucht. Vielmehr ist nach der Grundgleichung „Zeit gleich Weg dividiert durch Geschwindigkeit“ im Zähler der gesamte, geradlinige, vom Fräser zurückgelegte Weg, im Nenner der Vorschub in der Minute einzusetzen.

Bei der Bestimmung des gesamten Fräsweges ist jedoch abweichend von den anderen Arbeitsverfahren zu beachten der sogenannte Fräser-einlauf und Auslauf (vgl. S. 36). Der Arbeitsweg eines Fräasers setzt sich zusammen aus der Länge der zu bearbeitenden Fläche zuzüglich des Fräser-einlaufes und — gegebenenfalls — des Fräserauslaufes. Außerdem ist zur richtigen Bestimmung des Fräserweges bei den verschiedenen Verfahren zum Fräsen von Zahnrädern, Schneckenrädern, Schraubenrädern u. dgl. eine genaue Kenntnis der Arbeitsvorgänge seitens des Vorkalkulators erforderlich.

Fräser-einlauf beim Walzenfräser, Scheibenfräser u. dgl. ist der Weg, den der Fräser zurücklegen muß, um aus Stellung I, Abb. 95,

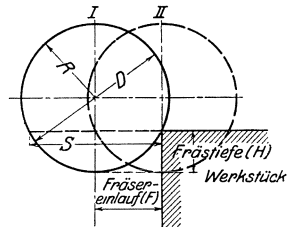


Abb. 95.

in der er das Werkstück mit einem Punkte seines Umfanges gerade berührt, in die Stellung II zu gelangen, bei der die volle Frästiefe erreicht ist. In diesem Falle ist also der Fräser-einlauf F (auf S. 36: Ae) gleich der Hälfte der Sehne S , deren Länge jeweils gegeben ist durch die Span-

oder Frästiefe H und den Radius R bzw. den Durchmesser D des Fräasers nach der Gleichung:

$$S = 2\sqrt{H(2R - H)} \dots \dots \dots 58)$$

oder

$$S = 2\sqrt{H(D - H)} \dots \dots \dots 59)$$

Daher ist

$$F = \sqrt{H(D - H)} \dots \dots \dots 60)$$

Beispiel: Mit einem Walzenfräser von $D = 65$ mm wird ein Span von 5 mm Tiefe von einer Platte abgehoben. Wie groß ist der Fräser-einlauf?

$$H = 5 \text{ mm, also}$$

$$F = \sqrt{H(D - H)} = \sqrt{5(65 - 5)} = \sqrt{300} = 17,32 \text{ mm.}$$

Beispiel: An einem Werkstück werden mit einem Scheibenfräser von $D = 380$ mm Nuten mit einer Tiefe von 120 mm eingefräst. Wie groß ist der Fräser-einlauf?

$$F = \sqrt{H(D - H)} = \sqrt{120(380 - 120)} = \sqrt{31200} = 176,8 \text{ mm.}$$

Beispiel: Die Trennungsfläche eines Lagers nach Abb. 96, 97 wird mit einem Satzfräser gefräst. Der Durchmesser des größten Fräasers ist

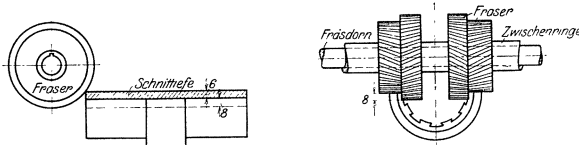


Abb. 96, 97.

120 mm, die Schnitttiefe 6 und die Versatzung (siehe Abbild.) 8 mm. Wie groß ist der Fräser-einlauf?

Wird mit einem Satzfräser gearbeitet, so ist immer der Durchmesser des größten Fräasers in Rechnung zu stellen.

$$H = 6 + 8 = 14 \text{ mm.}$$

$$F = \sqrt{H(D - H)} = \sqrt{14(120 - 14)} = \sqrt{1484} = 38,52 \text{ mm.}$$

Um den Fräser-einlauf beim Arbeiten mit einem Stirnfräser oder Messerkopf zu bestimmen, ist zu beachten:

1. Der Durchmesser eines Messerkopfes ist über die Messerschneidkanten zu messen.
2. Beide Kanten des Werkstücks liegen auf derselben Seite von der Fräsermitte aus (Abb. 98) oder
3. die Kanten des Werkstücks liegen zu verschiedenen Seiten der Fräsermitte (Abb. 99).

Bezeichnet man mit B die zu fräsende Breite des Werkstücks, so ist im Falle zu 2:

$$B = H_1 - H_2$$

$$F = \frac{S_1 - S_2}{2} = \sqrt{H_1(D - H_1)} - \sqrt{H_2(D - H_2)} \dots (61)$$

und im Falle zu 3:

$$B - X = \frac{D}{2} - H_1.$$

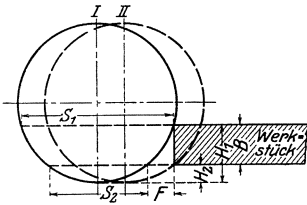


Abb. 98.

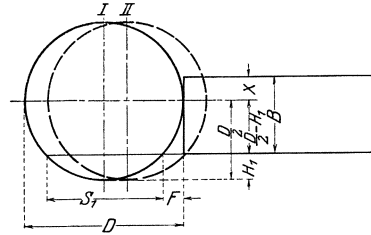


Abb. 99.

Maßgebend für die Berechnung von F ist die Seite des Werkstücks, von der Fräsermitte aus gerechnet, auf welcher der größere Fräser-einlauf entsteht; im vorliegenden Falle ist $B - X$ größer als X und es ist:

$$F = \frac{D}{2} - \sqrt{H_1(D - H_1)} \dots \dots \dots (62)$$

Für $H_1 = 0$ wird $F = \frac{D}{2}$, d. h.: ist die zu fräsende Breite des Werkstücks auf einer Seite von der Fräsmittle aus gleich dem Fräserhalbmesser oder größer als dieser, so wird der Fräser-einlauf gleich dem Fräserhalbmesser.

Beispiel: Die 15 mm breite Leiste eines Werkstückes nach Abb. 100 wird auf einer Senkrechtfräsmaschine mit einem Messerkopf, dessen Durchmesser 160 mm ist, gefräst. Wie groß ist der Fräser-einlauf?

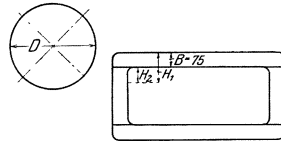


Abb. 100.

$$D = 160 \text{ mm}, B = 15 \text{ mm}, H_2 = 30 \text{ mm}.$$

$$H_1 = B + H_2 = 30 + 15 = 45 \text{ mm}$$

$$F = \sqrt{45(160 - 45)} - \sqrt{30(160 - 30)} = 9,4 \text{ mm}.$$

Aus den vorstehenden Gleichungen läßt sich also der Fräser-einlauf berechnen, wenn der Fräserdurchmesser und die Schnitttiefe bzw. die Bogenhöhen H_1 und H_2 gegeben sind.

In vielen Fällen wird aber der Vorkalkulator nicht im voraus den Durchmesser des Fräasers kennen, der zur Arbeit benutzt wird, sondern nur den Durchmesser des Fräsdornes, der auf der Maschine verwendet wird. Aus diesem Fräsdorndurchmesser, der gleich der Bohrung des

Tabelle Nr. 68.

Größte Durchmesser verschiedener Fräserarten bei gegebener Bohrung.

Fräserarten		Fräserbohrung oder Fräsdorn-Durchmesser											
		16	22	27	32	40	45	50	60	70	80	90	100
		Größter Durchmesser											
Zwischenring	Durchm.	32	38	45	55	70	75	80	90	100	115	130	150
Modulfräser	Durchm.	55	65	85	115	155	195						
	bis Modul	1,75	2,5	4,75	9	16	20						
Schneckenförmige Stirnradfräser	Durchm.		65	80	120	175	215						
	bis Modul		2,5	4,5	9	16	20						
Scheibenfräser	aus einem Stück	50	75	100	150	200	250						
	mit eingesetzten Messern			120	200	240	280	320	370	420	480		
Nutenfräser		50	75	100	140	180	200						
Walzenfräser		40	55	75	90	110	150						
Metallkreissägen		65	90	125	160	210	270	350					
Mutterschlüsselfräser	Durchm.	65	80	105	135	160							
	Fräst bis Schlüsselweite	11	16	26	40	50							
Spiralbohrerfräser		55	80	100	115								
Stirnfräser		40	50	75	100	125	150						
Messerköpfe			70	110	140	170	210	250					

Fräasers ist, läßt sich aber auf den Durchmesser des größten Fräasers schließen, der auf dem Dorn benutzt werden kann. Tabelle 68 gibt den größten Fräserdurchmesser für die verschiedenen Bohrungen der verschiedenen Fräserarten und zugleich den Durchmesser der Zwischenringe, die zu dem Fräsdorn gehören, an. Hieraus läßt sich auch von

vornherein ermitteln, wie tief eine zu fräsende Nut höchstens werden kann. Z. B. kann auf einem Dorn von 27 mm Durchmesser ein Scheibenfräser von höchstens 100 mm Durchmesser mit zwei Zwischenringen von 45 mm Durchmesser verwendet werden, die größte Tiefe der Nut ist dann $\frac{100 - 45}{2} = \text{rund } 25 \text{ mm}$.

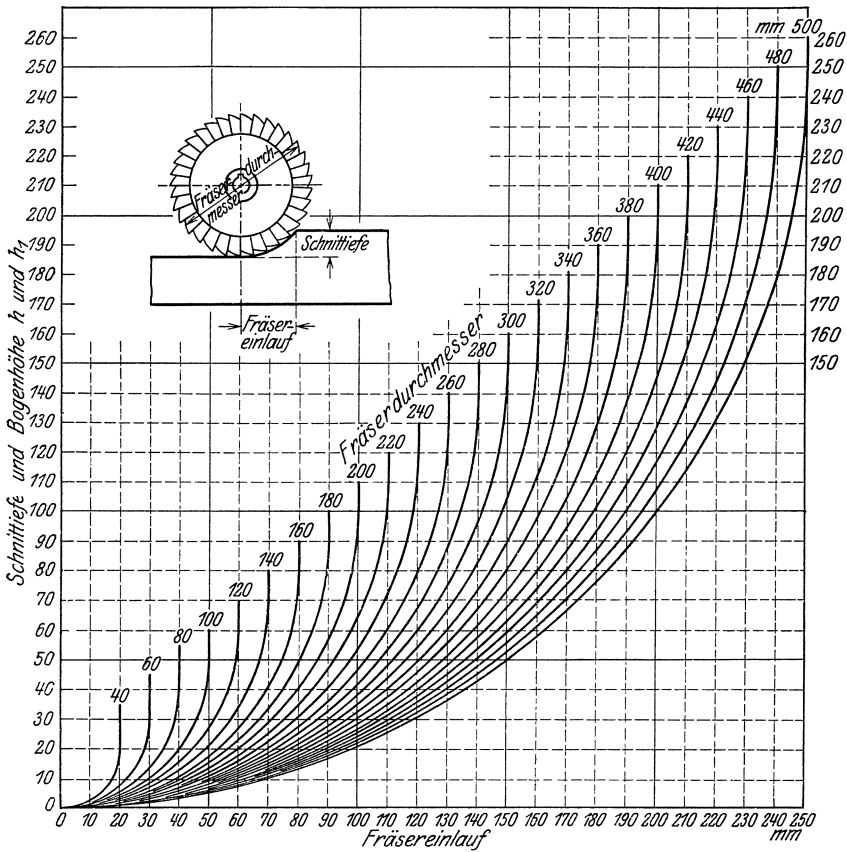


Abb. 101.

Durch die Benutzung der Kurventafel Abb. 101 kann ferner die Berechnung des Fräser-einlaufs gespart und der richtige Wert unmittelbar abgelesen werden, wenn der Fräserdurchmesser und die Schnitttiefe gegeben sind. Die Tafel läßt sich überhaupt immer verwenden, wenn zwei von den drei Größen F , H und D gegeben sind und die dritte gesucht wird. Ihre Benutzung wird aus folgenden Beispielen klar:

Beispiel nach Abb. 95: Ein Stirnrad, Modul 12, wird nach dem Abwälzverfahren (s. S. 187) mit einem Schnitt durchgefräst. Der Durchmesser des Abwälzfräasers ist 140 mm, die Zahntiefe bei Modul 12 = 26 mm. Wie groß ist der Fräser-einlauf?

Man suche auf Abb. 101 links den Wert 26 für die Schnitttiefe, gehe wagrecht nach rechts bis zum Schnittpunkt mit der Kurve für Fräser-durchmesser 140 und gehe von diesem Schnittpunkt senkrecht nach unten, dort findet man den Fräser-einlauf = 54 mm.

Beispiel nach Abb. 98: An einem Horizontal-Bohr- und Fräswerk wird die Abschlußfläche eines Deckels gefräst. Der Messerkopfdurchmesser ist $D = 360$ mm, die Breite der zu bearbeitenden Fläche $B = 110$ mm, die Bogenhöhe $H_2 = 40$ mm. Wie groß F ?

$$H_1 = H_2 + B = 150 \text{ mm}$$

$$F = \frac{S_1}{2} - \frac{S_2}{2}.$$

Die Kurventafel Abb. 101 liefert in diesem Falle an Stelle des Fräser-einlaufs die Größen von $\frac{S_1}{2}$ und $\frac{S_2}{2}$, und zwar findet man für $H_2 = 40$ und $D = 360$ den Wert von $\frac{S_2}{2} = 113,2$, für $H_1 = 150$ und $D = 360$ den Wert von $\frac{S_1}{2} = 177,2$. Demnach ist $F = 177,2 - 113,2 = 64$ mm.

Beispiel nach Abb. 99: Gegeben: $D = 280$ mm, $B = 130$ mm, das Arbeitsstück steht mit seiner einen Kante 35 mm jenseits Fräsmittle, also $X = 35$. Dann ist: $H_1 = \frac{D}{2} - (B - X) = 45$.

$F = \frac{D}{2} - \frac{S_1}{2}$; $\frac{S_1}{2}$ ist auf der Kurventafel abzulesen: man erhält zu H_1 (Schnitttiefe) = 45 und $D = 280$ den Wert 103.

Demnach ist: $F = 140 - 103 = 37$ mm.

Die Bestimmung des Fräserauslaufes geht genau in der gleichen Art vor sich wie die des Fräser-einlaufs. Während aber der Fräser-einlauf bei jeder Fräsarbeit in Rechnung gestellt werden muß — seine Vernachlässigung ergibt viele Beanstandungen wegen zu geringer Stücklöhne —, ist der Fräserauslauf in der Regel nur bei Schlichtschnitten zu berücksichtigen und kann dann ohne besondere Berechnung gleich dem Fräser-einlauf gesetzt werden.

Bei allen Fräserarten ist hiernach die Zeit für einen Schruppschnitt:

$$T = \frac{l + F}{s_m} \dots \dots \dots 63)$$

$$= \frac{L}{s_m} \dots \dots \dots 64)$$

wo l = die zu fräsende Länge am Werkstück (in mm),

F = Fräser-einlauf (in mm),

s_m = der Vorschub (in mm/Min.)

oder, wenn bei einem Schlichtschnitt noch der Fräserauslauf hinzukommt, der gleich dem Fräsereinlauf ist:

$$T = \frac{L + 2F}{s_m} \dots \dots \dots 65)$$

$$= \frac{L_1}{s_m} \dots \dots \dots 66)$$

Die Größe l ist gewöhnlich aus der Zeichnung zu entnehmen. In Sonderfällen, z. B. beim Fräsen von Stirnrädern mit schrägen Zähnen, von Schraubenrädern und bei Spiralarbeiten ist der Weg mit Hilfe der im folgenden erläuterten Winkel- bzw. Dreieckfunktionen zu bestimmen. Ferner ist hierbei die Zeit für den Rücklauf und für das Teilen zu berücksichtigen. Deshalb ist in diesen Fällen eine genaue Kenntnis der Arbeitsvorgänge besonders nötig, auf die nachstehend noch eingegangen wird.

Dreiecks- und Winkel-Funktionen:

Im rechtwinkligen Dreieck (Abb. 102) ist:

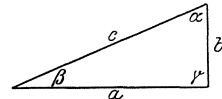


Abb. 102.

$$\text{Seite } c = \sqrt{a^2 + b^2},$$

$$,, \quad a = \sqrt{c^2 - b^2},$$

$$,, \quad b = \sqrt{c^2 - a^2}.$$

Die Größe der Winkel α , β , γ ist durch die Größe der Seite bestimmt:

$$\sin \alpha = \frac{a}{c}, \quad \cos \alpha = \frac{b}{c}, \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{b}, \quad \operatorname{cotg} \alpha = \frac{b}{a}$$

$$\sin \beta = \frac{b}{c}, \quad \cos \beta = \frac{a}{c}, \quad \operatorname{tg} \beta = \frac{b}{a}, \quad \operatorname{cotg} \beta = \frac{a}{b}$$

$$\gamma = 90^\circ.$$

Die vier Winkelfunktionen sinus, cosinus, tangens und cotangens sind also durch die Größe der Seiten gegeben, die zugehörige Größe des Winkels in Graden findet man aus den bekannten trigonometrischen Tabellen. Umgekehrt kann man dann auch aus der Größe der Winkel die Größe der Seiten bestimmen, z. B.:

$$a = c \cdot \sin \alpha = c \cdot \cos \beta = b \cdot \operatorname{tg} \alpha = b \cdot \operatorname{ctg} \beta,$$

$$b = c \cdot \sin \beta = c \cdot \cos \alpha = a \cdot \operatorname{tg} \beta = a \cdot \operatorname{ctg} \alpha,$$

$$c = \frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{a}{\cos \beta} = \frac{b}{\cos \alpha}$$

Fräsen von Stirnrädern. Beim Teilverfahren ist das Werkstück in einem Teilapparat oder Teilkopf eingespannt; die Vorschubbewegung

wird bei einfachen oder Universal-Fräsmaschinen vom Werkstück, bei Sondermaschinen vom Fräser ausgeführt. Ist nach einem Durchgang des sich drehenden Fräasers die Zahnücke herausgeschnitten, so wird das zu fräsende Rad in seine Anfangsstellung zurückgeführt und um einen Teilschritt weiter gedreht oder kurz: „geteilt“.

Dieser Vorgang wiederholt sich so oft, als das Rad Zähne hat. Für die Zeitbestimmung ist maßgebend der Genauigkeitsgrad der Arbeit und ob Schrapp- oder Schlichtschnitte genommen werden. Bei Schrappschnitten und weniger genau zu fräsenden Rädern ist zur Zahnkranzbreite l nur der Fräseereinlauf F , bei Schlichtschnitten und großer Genauigkeit außerdem noch der Fräserauslauf hinzuzuzählen, der gleich F ist.

Bedeutet also:

Z = die Anzahl der Zähne,

t_r = die Zeit für das Zurückführen in die Anfangsstellung,

t_t = die Zeit für das Teilen,

i = die Anzahl der Schnitte,

so ist für einen Schrappschnitt:

$$t = \left(\frac{l + F}{s_m} + t_r + t_t \right) Z \dots \dots \dots 67)$$

für mehrere Schrappschnitte:

$$T = \left(\frac{l + F}{s_m} + t_r + t_t \right) Z \cdot i \dots \dots \dots 68)$$

für einen Schlichtschnitt:

$$t = \left(\frac{l + 2F}{s_m} + t_r + t_t \right) Z \dots \dots \dots 69)$$

für mehrere Schlichtschnitte:

$$T = \left(\frac{l + 2F}{s_m} + t_r + t_t \right) Z \cdot i \dots \dots \dots 70)$$

Sollen die Zähne schräg zur Achsenrichtung stehen, so ist der Fräs- weg nicht gleich der Radkranzbreite l zuzüglich Einlauf bzw. Auslauf, sondern der Fräser legt infolge der Schrägstellung einen längeren Weg im Radkranz zurück. Das Werkstück muß daher noch eine Dreh- bewegung ausführen. Ist der Winkel, um den die Zähne schräg zur Achse stehen, gleich α , so ist der Fräs- weg dann nicht l , sondern:

$$\frac{l}{\cos \alpha} \text{ (siehe Abb. 103) } \dots \dots \dots 71)$$

Der Fräsmaschinentisch muß also um den Winkel α schräg gestellt werden.

Bei den nach dem **Abwälzverfahren** arbeitenden Maschinen führt der Fräser neben seiner Arbeitsbewegung noch den Vorschub aus. Dem schneckenförmigen Stirnradfräser, Abb. 104, werden während einer Umdrehung des Stirnrades so viel Umdrehungen erteilt, als Zähne gefräst werden sollen, dabei muß man die Achse des Fräasers schräg stellen, um achsial verlaufende Zähne zu erhalten. Der Winkel, um den der Frässlitten gedreht werden muß, errechnet sich aus dem Steigungswinkel der Fräserzähne, er ist jedoch für die Zeitbestimmung ohne Belang.

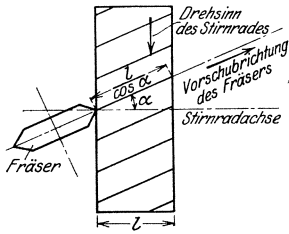


Abb. 103.

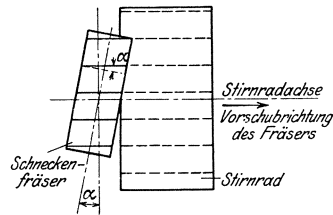


Abb. 104.

Wird nun der Fräser in Richtung der Achse des Stirnrades vorgeschoben, so beginnt er die Zahnlücken im Radkörper anzuschneiden, und zwar werden zunächst während einer Umdrehung des Stirnrades sämtliche Zahnlücken angeschnitten. Bei jeder Umdrehung des Stirnrades wird der Fräser dann weiter vorgeschoben und fräst allmählich die achsialen Zahnlücken in der ganzen Breite l des Radkranzes an. Hiermit sind alle Zähne in ihrer vollen Tiefe am ganzen Umfang fertiggestellt, d. h. es ist ein Stirnrad mit geradlinigen, achsial gerichteten Zähnen entstanden. Die Laufzeit hängt also hier von dem Vorschub s des Fräasers ab, den er bei einer Umdrehung des Werkstückes ausführt:

$$t = \frac{l + 2F}{s} \dots \dots \dots 72)$$

Fräsen von Schneckenrädern. Die Schneckenräder mit geraden, im Steigungswinkel der Schnecke schräg stehenden Zähnen werden wie Stirnräder mit schrägen Zähnen nach dem Teilverfahren hergestellt; die Laufzeit wird nach den Gleichungen 67—70 berechnet, nur daß l , wie auf S. 185 beschrieben, errechnet werden muß. Bei dieser Art der Herstellung von Schneckenrädern muß der Fräsmaschinentisch um den Steigungswinkel α der Schnecke schräg gestellt werden, der nach folgender Gleichung zu ermitteln ist:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\text{Steigung}}{\text{Teilkreisumfang}} = \frac{S}{D \cdot \pi} \dots \dots \dots 73)$$

Der Fräsweg ist dann also $= \frac{l}{\cos \alpha}$ oder $= \sqrt{(D \cdot \pi)^2 + S^2}$.

Schneckenräder, bei denen Kopf-, Fuß- und Teilkreis der Rundung der Schnecke angepaßt sind, d. h. also solche mit hohler Zahnform, werden mit dem Einzelfräser so gefräst, daß man bei rechtwinklig sich kreuzenden Achsen von Fräser und Schneckenrad Mitte Fräser über Mitte Schneckenrad stellt und von oben her in das still stehende Schneckenrad fräst, wobei der Vorschub in der Richtung erfolgt, daß sich Fräser und Schneckenrad einander allmählich nähern, der Fräsweg also gleich der Zahntiefe wird.

Wenn der Zahn eingefräst ist, so geht man wieder in die Anfangsstellung zurück, teilt, fräst wieder usf., bis sämtliche Zähne am Umfang fertig gefräst sind.

Die Gleichung zur Ermittlung der Zeit lautet in diesem Falle, wenn k die Zahntiefe bedeutet:

$$t = \left(\frac{k}{s_m} + t_r + t_i \right) Z \dots \dots \dots 74)$$

Das **Abwälzverfahren** zur Herstellung von Schneckenrädern beruht auf der Verwendung eines nach Art der Schnecke geformten Fräasers und kann auf zwei verschiedene Arten erfolgen, als sog. **Achsal- und als Tangentialverfahren**.

Das Achsalverfahren wird so genannt, weil der Vorschub des Fräasers nach der Achse des Schneckenrades hin erfolgt. Dabei wird das zu fräsende Schneckenrad auf den Aufspanndorn gesteckt oder eingefuttern und dann der Fräaserschlitten so eingestellt, daß die Achsen des zu fräsenden Rades und des Fräasers im genauen rechten Winkel zueinander stehen. Die Fräsermitte wird über Mitte Radbreite eingestellt und die Wechselräder, die zur Erzeugung der Zähnezahln nötig sind, werden zwischen Fräser- und Werkstückspindel eingeschaltet. Schneckenradfräser und Schneckenrad stehen durch die Wechselräder im gleichen Verhältnis zueinander, wie die Umdrehungszahl des Fräasers zur Zähnezahln des Rades.

Das Fräsen erfolgt nun so, daß sich Schneckenrad und Fräser drehen, der Frässchlitten jedoch stillsteht und Fräser und Schneckenrad sich allmählich bis zur bestimmten Tiefe nähern. Der Fräserweg ist in diesem Falle gleich der Zahntiefe.

Die Gleichung zur Ermittlung der Zeit lautet:

$$t = \frac{\text{Zahntiefe}}{\text{minütlicher Vorschub}} = \frac{k}{s_m} \dots \dots \dots 75)$$

Beim Tangentialverfahren erfolgt der Vorschub derart, daß ein schneckenförmiger, vorn kegeliger Wurmfräser (s. Abb. 105) mit tangentialem Vorschub in das Schneckenrad eindringt. Schneckenrad und Fräser werden von Anfang an genau auf den Teilkreis eingestellt und

drehen sich, der Främerschlitten steht still. Das Schneckenrad muß aber außer der Teilbewegung noch eine dem Fräservorschub entsprechende vor- oder nacheilende Bewegung machen. Das richtige Verhältnis von Zusatzbewegung zur Teilbewegung wird durch ein an den Maschinen angebrachtes Differentialgetriebe hergestellt.

Den Fräserweg zeigt Abb. 105.

Der Fräser greift im Punkte *a* an und geht bei fortwährender Teilbewegung des Rades langsam vor bis zum Punkte *b*. Die Entfernung *a—b* ist der Fräserweg.

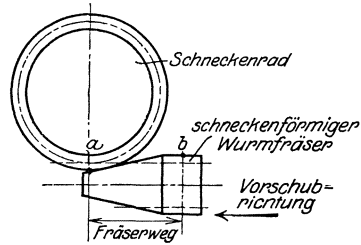


Abb. 105.

Die Zeitbestimmung erfolgt nach der Formel:

$$t = \frac{\text{Fräserweg}}{\text{minütlicher Vorschub}} = \frac{l}{s_m} \dots \dots \dots 76)$$

oder

$$t = \frac{\text{Zahntiefe}}{\text{Vorschub für eine Werkstück-Umdrehung}} = \frac{k}{s} \dots \dots \dots 77)$$

Spiralarbeiten, Fräsen von Schraubenrädern und Schnecken. Auch hier unterscheidet man ein **Teil-** und ein **Abwälzverfahren**, jedoch liegt der Unterschied gegenüber dem Fräsen von Stirnrädern im wesentlichen darin, daß die Vorschubbewegung des Fräasers nicht geradlinig, sondern in einer Spirallinie um die Achse des Rades erfolgt. Im übrigen kann das Fräsen mit derselben Fräserart erfolgen wie bei den Stirnrädern.

Zur Berechnung der Zeit beim **Teilverfahren** muß man wissen, wie groß der am Umfang des Rades zurückgelegte Fräserweg ist.

Abb. 106 zeigt das Schema eines Werkstückes mit Spirale, Abb. 107 die Abwicklung dazu.

Bei allen Werkstücken mit Spiralen ist meist der Durchmesser, die Steigung oder der Steigungswinkel angegeben. Mit diesen Angaben ist es möglich, die Länge der Spirale zu berechnen.

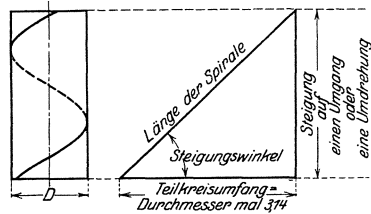


Abb. 106, 107.

Bei Schraubenrädern, bei denen die Spiralen nur den Bruchteil eines Ganges betragen, wird die Spirallänge *l* aus der Gleichung

$$l = \frac{b}{\sin \alpha}$$

berechnet, wo *b* die Breite des Radkranzes ist.

Demnach ist die Laufzeit:

$$t = \left(\frac{l + 2F}{s_m} + t_r + t_t \right) z \cdot i \quad (\text{Gl. 70, S. 186}).$$

Schraubenräder, Schnecken und Werkstücke mit Spiralen werden nach dem Teilverfahren meistens so gefräst, daß nicht das Werkzeug, sondern das Werkstück schräg gestellt wird.

Das **Wälzverfahren** wendet man bei Schraubenrädern und bei den sog. Pfeilrädern an. Hier wird das Werkzeug nicht nur um seinen eigenen Steigungswinkel schräg gestellt, sondern noch um den Steigungswinkel der Spirale des zu fräsenden Rades.

Das Rad macht hier, ähnlich wie beim Fräsen von Schneckenrädern, nicht nur die Teilbewegung, sondern auch eine Zusatzbewegung für die Spiralwindung der Zähne. Diese Zusatzbewegung wird wieder durch ein Differentialgetriebe erzeugt.

Das Berechnen des Fräserweges ist bei Schraubenrädern etwas umständlich, weil man den Fräserreinlauf und Fräserauslauf entsprechend der Schrägstellung und der Länge bzw. Breite des Fräasers berechnen muß. Denn bei Beginn des Fräsens schneidet der Fräser beispielsweise mit seinem rechten Ende; wenn nun auch das rechte Ende schon durch den Radkranz hindurch ist, so wird die Maschine doch erst stillgesetzt, wenn der Fräser auch mit seinem linken Ende durchgegangen ist.

Um nun einen für die meisten Fälle genügend genauen Wert zu erhalten, berechne man Fräserrein- und -auslauf abhängig vom Durchmesser und der Schnitttiefe, siehe S. 183, und zähle dazu ein Drittel der Fräserbreite.

Die Berechnung der Zeit erfolgt dann nach der Gleichung:

$$t = \frac{l + 2F}{s_m}$$

oder

$$t = \frac{l + 2F}{n \cdot z}$$

b) Tabellen für Arbeitszeiten.

Tabelle Nr. 69.

Schnittgeschwindigkeiten für Fräser aus Schnellschnitt- und Kohlenstoffstahl.

Werkstoff	Beschaffenheit	Schnittgeschwindigkeit in Meter i. d. Minute	
		Schnellschnitt- stahl	Kohlenstoff- stahl
Grauguß	weich	20—25	15—18
	mittel	15—20	10—15
	hart	8—10	6—8

Fortsetzung von Tabelle Nr. 69.

Werkstoff	Beschaffenheit	Schnittgeschwindigkeit in Meter i. d. Minute	
		Schnellschnitt- stahl	Kohlenstoff- stahl
Temperguß	weich	20—25	18—20
	mittel	18—22	15—18
	hart	15—18	12—15
Stahlguß	weich	15—20	12—15
	mittel	12—15	10—12
	hart	8—10	6—8
Schmiedeseisen und S.-M.-Stahl	bis 40 kg/qmm Festigkeit	25—30	18—22
	„ 70 „ „	20—25	10—18
	„ 90 „ „	12—16	8—10
	„ 120 „ „	6—9	4—6
Bronze		25—30	18—24
Messing		35—40	25—30
Werkzeugstahl	mittel	8—14	4—8

Die in der Tabelle angegebenen Geschwindigkeiten sind mittlere Werte, wobei die niederen für Schruppen, die höheren für Schlichten gelten.

Tabelle Nr. 70.

Durchschnittswerte für Einrichtezeiten an Fräsmaschinen.

Art der Arbeit	Fräsmaschine			
	Tischlänge			
	450 ×	1200 ×	1600 ×	4200 ×
	Tischbreite			
	100	280	400	1000
	Minuten			
Fräsdorn ausspannen	2		2	3
„ einspannen	2		3	4
Fräser vom Fräsdorn abnehmen, einen neuen Fräser aufstecken und festziehen	3		4	5
Satzfräser auf Fräsdorn bringen u. einstellen: 2 teiliger Satz	6		6	8
3 „ „	6		7	10
4 „ „			8	12
5 „ „			8	14
6 „ „			9	16
7 „ „			10	18
8 „ „			12	20
Gegenlager oder Halter einstellen u. festziehen.	2		2	3
Fingerfräser ein- und ausspannen	2	2	3	4
Messerkopfdorn „ „ „		2	2	3
Messerkopf „ „ „		2	2	3
Reduzierhülse „ „ „	2	2	2	3
Maschinenschraubstock ein- und ausspannen .	2	3	3	4
Teilapparat aufspannen	5	6	8	25
„ abspannen	3	4	5	15
Gegenspitze oder -lager einspannen	2	3	3	10
„ „ „ ausspannen	2	2	2	6
Wechselräder für Teilapparat aufstecken . . .	2	3	3	5

c) Beispiele.

Einfache Ständerfräsmaschine, Abb. 108, 109,

Tischlänge 450 mm, Tischbreite 100 mm.

Diese Maschine besitzt Riemenantrieb für die Frässpindel, der Vorschub erfolgt von Hand.

Kurbel H_1 dient zur Längsbewegung, H_2 zur Querbewegung des Tisches, Kurbel H_3 zum Höher- und Tieferstellen des Winkeltisches.

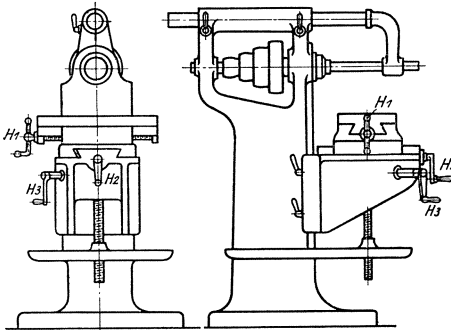


Abb. 108.

Abb. 109.

Die Maschine dient zur Ausführung einfacher Fräsarbeiten, z. B. zum Schlitzsen von Schrauben, zum Absägen von Material, zum Fräsen kleiner Flächen mit Stirn-, Scheiben- oder Walzenfräsern, Form- oder kleinen Satzfräsern.

Beispiel: 20 Zylinderkopfschrauben sollen geschlitzt werden. Der Durchmesser des Kopfes ist 15 mm, der Schlitz 1,5 mm breit und 2 mm tief. Der Fräserdurchmesser ist 100 mm. Der Vorschub erfolgt von Hand.

Die Schrauben werden in einer Vorrichtung, die 20 Stück aufnimmt, hintereinander festgeklemmt, so daß zwischen den Schraubenköpfen etwa 0,5 mm Spiel ist.

Nach Schaubild Nr.101 ist bei 100 mm Fräserdurchmesser und 2 mm Schlitttiefe der Fräsereinlauf 13 mm.

Der Fräserweg ist also: 20 Schraubenköpfe à 15 mm + 19 Zwischenräume à 0,5 mm + 13 mm Fräsereinlauf = $20 \cdot 15 + 19 \cdot 0,5 + 13 = 322$ mm.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E. in Minut.	St. Zeit
1.	Einrichten:			
	a) Werkzeug beziehen		6	
	b) Fräsdorn und Fräser einspannen und Gegenhalter festziehen	T. 74	7	
	c) Schraubstock mit Klemmvorrichtung aufspannen und einstellen		5	
2.	20 Schrauben einspannen			0,1
3.	Zufahren und fräsen, 322 mm lg. Vorschub v. Hand			4
4.	Zurückkurbeln			0,15
5.	20 Schrauben ausspannen und weglegen			0,08
6.	Klemmvorrichtung von Spänen reinigen			0,05
			18	4,38
				0,22
	Verlustzeit:			4,60
	Zeit für 20 Stück			0,23
	„ „ 1 „			

Man benötigt mithin für 200 Stück:

Einrichtezeit		18 Min.
Stückzeit	$200 \cdot 0,23 = 46$	„
Gesamtzeit		<u>64 Min.</u>

Beispiel: 1000 Werkstücke sollen von einer Stange abgefräst werden. Die Stücke sind 10 mm lang bei einem Querschnitt von $20 \cdot 8$ mm, Fräserdurchmesser 100 mm bei 1,5 mm Breite.

Es werden 10 Fräsblätter (Kreissägen) in einer Entfernung von je 10 mm voneinander auf den Fräsdorn gespannt, so daß mit einem Schnitt 10 Werkstücke von der hochkant gestellten, in einer Vorrichtung eingespannten Stange entfallen. Man spannt die Stange so ein, daß die Fräser noch etwa 2 mm unter die Unterkante der Stange reichen, die Frästiefe ist daher $= 20 + 2 = 22$ mm, der Fräserdurchmesser $= 100$ mm, daher der Fräserinlauf nach Abb. 101 $= 41$ mm und der Fräserweg $= 8 + 41 = 49$ mm.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	St.-Zeit
1.	Einrichten:			
	a) Werkzeuge beziehen		10	
	b) 10 Fräsblätter aufspannen und Gegenhalter festziehen		20	
	c) Vorrichtung aufspannen		5	
2.	Stange einführen und festspannen			0,1
3.	Zufahren und 49 mm lang fräsen, Vorschub v. Hand			1
4.	Zurückkurbeln			0,05
5.	Vorrichtung entspannen u. 10 Werkstücke wegnehmen			0,25
6.	Vorrichtung von Spänen reinigen			0,1
			35	1,50
	Verlustzeit:			0,1
	Zeit für 10 Stück			1,6
	„ „ 1 „			0,16

Man benötigt also für 1000 Stück:

Einrichtezeit		35 Min.
Stückzeit	$1000 \cdot 0,16 = 160$	„
Gesamtzeit		<u>195 Min.</u>

Senkrecht-Fräsmaschine, Abb. 110,

Arbeitsfläche des Tisches 1200×280 mm.

Die Maschine ist mit Einscheibenantrieb versehen, für die Frässpindel sind 16 verschiedene, nach einer geometrischen Reihe abgestufte Umlaufzahlen vorgesehen. Der Vorschub ist unabhängig von der Spindelgeschwindigkeit und ebenfalls in 16 verschiedenen Stufen einstellbar. Aufspanntisch, Unterschlitten und Winkeltisch haben selbsttätigen Vorschub in jeder Richtung, ihre Schnellverstellung erfolgt von Hand.

Die den Hebelstellungen entsprechenden Größen von Spindelgeschwindigkeiten und Vorschüben sind auf Tabellen, die an der Maschine vor den Augen des Arbeiters angebracht sind, sofort ablesbar. Hierdurch werden Einrichte- bzw. Handzeiten abgekürzt und falsche Einstellungen vermieden.

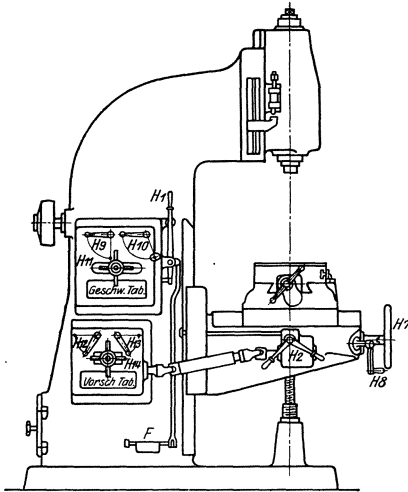


Abb. 110.

Als Werkzeuge kommen hauptsächlich Fingerfräser und Messerköpfe in Betracht.

Beispiel: An 100 Werkstücken aus Grauguß werden die Fußflächen 300 mm lang und 60 mm breit gefräst. Der Messerkopf hat 110 mm Durchmesser. Die Zugabe ist 3—4 mm.

Die Werkstücke können, ohne vorgerissen zu sein, im Maschinenschraubstock eingespannt werden. Auf dem Fräsmaschinentisch werden 2 Maschinenschraubstöcke aufgespannt, damit während des Fräsens des einen

Stückes das andere Stück aus- und ein neues Stück eingespannt werden kann. Der minutliche Vorschub ist 71 mm.

Der Fräserreinlauf wird berechnet nach Gleichung 62. Messerkopfmitte steht über Werkstückmitte.

In diesem Falle ist:

$$F = 55 - \sqrt{25(110 - 25)} = 11 \text{ mm.}$$

Die Berechnung des Fräserauslaufes ist hier nicht nötig, daher ist der gesamte Fräserweg = 300 + 11 = 311 mm.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-St.-Zeit in Minut.
1.	Einrichten:		
	a) Werkzeug beziehen		6
	b) Messerkopf und Dorn einspannen	vgl. T. 74	4
	c) Maschinenschraubstöcke einspannen und für 1. Stück anstellen		10
2.	Werkstück einspannen		1
3.	Ansetzen		0,1
4.	Fräsen, 311 mm lang: $\frac{311}{71} =$	G. 63	4,44
5.	Zurückfahren (wird nicht berechnet, da Maschine auch in entgegengesetzter Richtung arbeitet).		
6.	Ausspannen (wird nicht berechnet, da es während des Fräsens geschieht).		
			20
		Verlustzeit:	5,54
		Stückzeit:	0,56
			6,10

Gesamtzeit für 100 Stück: 630 Min.

Beispiel: An 20 Werkstücken soll der innere Rand einer Öffnung gefräst werden, die 20 mm tief ist. Nach Abb. 111 ist die Länge der Öffnung 600 mm, die Breite 150 mm.

Werkstoff: Grauguß. Die Arbeit wird mit einem Fingerfräser von 30 mm Durchmesser ausgeführt.

Die Werkstücke werden auf einer Seite an einen Winkel gespannt, die andere Seite wird mit einer kleinen Stockwinde unterstützt und fest-

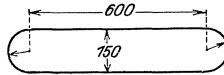


Abb. 111.

gezogen. Die Werkstücke sind vorgerissen. Minutlicher Vorschub = 45 mm (deshalb so niedrig, um mit einem Span saubere Flächen zu erhalten). In den Kreisbögen wird von Hand geschaltet. Zuschlag für Fräserinlauf fällt hier weg.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	St.-Zeit in Minut.
1.	Einrichten:			
	a) Werkzeug beziehen		6	
	b) Fingerfräser einspannen	T. 74	2	
	c) Aufspannwinkel aufspannen, Stockwinde, Schrauben und Spanneisen bereitstellen		22	
2.	Einspannen nach Riß			10
3.	Zufahren und ansetzen			2
4.	Fräsen 600 mm lg. 1 Span: $\frac{600}{45}$	G. 64		13,3
5.	1. Kreisbogen fräsen (von Hand auskurbeln)			16
6.	Fräsen 600 mm lg. 1 Span: $\frac{600}{45}$	G. 64		13,3
7.	2. Kreisbogen fräsen			16
8.	Wegfahren			1
9.	Ausspannen			5
			30	76,6
		Verlustzeit:		8,4
		Stückzeit:		85,0

Man braucht für 20 Stück die Gesamtzeit von 1730 Min.

Universal-Fräsmaschine, Abb. 112, 113.

Arbeitsfläche des Tisches: 1600 × 400 mm.

Diese Maschine unterscheidet sich von der einfachen Ständerfräsmaschine durch die Drehbarkeit des Tisches, die sie universal, d. h. auch für Spiralarbeiten geeignet macht.

Der Selbstgang der Vorschübe ist in allen drei Richtungen, und zwar für den Vorwärts- und Rückwärtsgang vorgesehen.

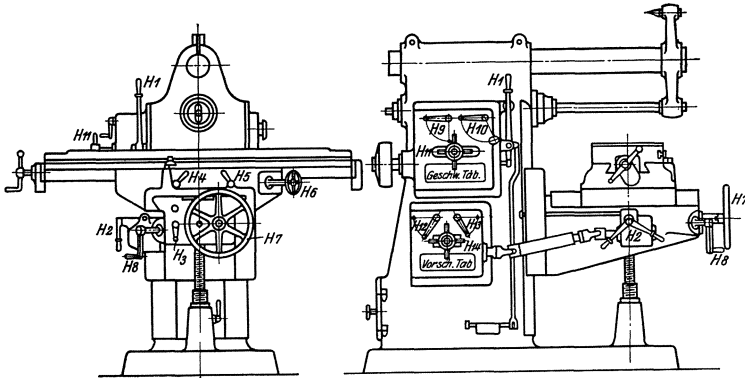


Abb. 112.

Abb. 113.

Arbeitsfläche des Tisches	1600 × 400 mm
Längsbewegung d. Tisches	1000 „
Querbewegung d. Tisches	300 „
Vertikalbewegung d. Tisch.	500 „
Entfernung von Mitte Spindel z. Führungsarm	195 „
Größte Entfernung v. Ständer z. Verstrb.	800 „
Motor	ca. 10 PS
H 1 Hebel z. Anlassen der Frässpindel	
H 2 Hebel z. Umst. d. Längs-, Quer-, Vertikalbewegung des Tisches	
H 3 Hebel z. Umst. der Vertikal- u. Querbewegung des Tisches	
H 4 Hebel z. Umst. d. Längs-, Quer- u. Vertikalbewegung d. Tisches	

H 5 Hebel z. Ein- u. Ausschalt. d. Längsbewegung d. Tisches
H 6 Handrad z. Schnellverst. des Tisches (längs)
H 7 Handrad z. Schnellverst. des Tisches (quer)
H 8 Hebel z. Schnellverst. d. Tisches (vertikal)
H 9, 10, 11 Hebel z. Geschwindigkeitsregulierung
H 12, 13, 14 Hebel z. Vorschubregulierung
Umlaufzahlen pro Min. 14, 17, 21, 26, 33, 41, 50, 62, 76, 94, 115, 145, 180, 224, 275, 350.
Vorschübe in mm pro Min. 13, 17, 20, 27, 35, 45, 57, 71, 94, 121, 154, 197, 248, 318, 406, 508.

Beispiel: 20 Werkstücke nach Abb. 114, 115 fräsen. Für alle 3 Arbeitsgänge A, B, C sind Satzfräser vorhanden. Zugabe 4 bis 6 mm.

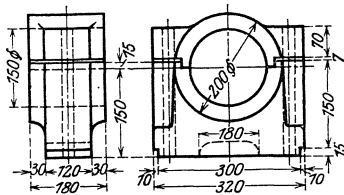


Abb. 114.

Abb. 115.

jedes Stück einzeln im Schraubstock eingespannt wird.

Die Werkstücke werden nicht vorgezeichnet.

Zuerst wird vom Unterteil die Fußfläche mit einem Späne gefräst, wobei jedes Stück einzeln im Schraubstock eingespannt wird. Dann wird das Unterteil auf die Fußfläche gespannt und die Trennfuge mit einem Satzfräser in zwei Schnitten gefräst. Bei diesem Arbeitsgang werden 5 Stücke auf einer Aufspannplatte hintereinander gespannt. Zuletzt wird der Deckel ebenfalls mit einem Satzfräser in 2 Schnitten gefräst, wobei

A. Fräsen der Fußfläche.

Nr.	Arbeitsfolge	E.- Zeit in Minut.	St.- Zeit in Minut.
1.	Einrichten:		
	a) Werkzeug beziehen	10	
	b) Werkzeug einspannen	13	
	c) Maschinenschraubstock festspannen und Gegenlager festziehen	5	
	d) Erstes Stück anfräsen und messen	12	
2.	Werkstück einspannen		3
3.	Ansetzen		0,2
4.	Fräsen 120 mm lang; der größte Fräserdurchmesser bei diesem Satze ist 110 mm. Die Versatzung ist 15, die Zugabe 6 mm. Demnach ist die Bogenhöhe = 21 mm. Abb. 101 ergibt für 110 mm \varnothing und 21 mm Bogenhöhe = 42 mm Fräsereinlauf. Der Fräserwsg ist $120 + 42 = 162$ mm. Der minutliche Vorschub ist 71 mm. Die Fräszeit = $\frac{162}{71}$		2,28
5.	Zurückkurbeln		0,15
6.	Werkstück ausspannen und Maschinenschraubstock von Spänen reinigen		2
		40	7,63
	Verlustzeit:		0,87
	Stückzeit:		8,50

B. Trennfuge des Unterteils fräsen. (Fünf Stück in einer Aufspannung.)

Nr.	Arbeitsfolge	E.- Zeit in Minut.	St.- Zeit in Minut.
1.	Einrichten:		
	a) Werkzeug beziehen	10	
	b) Werkzeug einspannen	13	
	c) Aufspannplatte aufspannen und Gegenhalter festziehen	7	
	d) Erstes Stück anfräsen und messen	15	
2.	Aufspannen (5 Stück hintereinander).		10
3.	Ansetzen		0,2
4.	Fräsen $5 \cdot 180 = 900$ mm. Da die Werkstücke mit rohen unbearbeiteten Flächen aneinander stehen, so ist die Zugabe dem Fräsereinlauf zuzuzählen: $900 + 50 + 42 = 992$ mm Fräserweg ohne Fräserauslauf. Vorschub ist 45 mm beim ersten Span. Demnach: $\frac{992}{45}$		22,05
5.	Zurückkurbeln		5
6.	Mit Werkstück höher fahren, um d. Schlichtspan abzunehmen		0,8
7.	Fräsen wie unter 4, jedoch mit Fräserauslauf, da Schlichtschnitt; Fräserweg = $992 + 42 = 1034$ mm. Vorschub für den Schlichtschnitt 71 mm, demnach Fräszeit: $\frac{1034}{71}$		14,57
8.	Zurückkurbeln		0,5
9.	Ausspannen und Aufspannplatte reinigen		6,0
		45	59,12
	Verlustzeit:		4,88
	für 5 Stück		64,00
	„ 1 „		12,80

C. Deckel fräsen.

Nr.	Arbeitsfolge	E.- Zeit in Minut.	St.- Zeit in Minut.
1.	Einrichten:		
	a) Werkzeug beziehen	10	
	b) Werkzeug einspannen	13	
	c) Maschinenschraubstock aufspannen und Gegenhalter festziehen	5	
	d) Erstes Stück anfräsen und messen	15	2
2.	Einspannen		2
3.	Ansetzen		0,2
4.	Fräsen 180 mm lg. Fräserabmessung wie unter A 4. Dem- nach Fräsweg beim ersten Span: $180 + 42 = 222$ mm. Vorschub 45, Fräszeit: $\frac{222}{45}$		4,93
5.	Zurückkurbeln		0,15
6.	Mit Werkstück höher fahren, um Schlichtspan zu nehmen, und ansetzen		0,8
7.	Fräsen wie unter 4, jedoch mit Fräserauslauf, da Schlicht- schnitt. Fräsweg = $180 + 42 + 42 = 264$ mm, Vorschub 71 mm. Fräszeit = $\frac{264}{71}$		3,72
8.	Zurückkurbeln		0,15
9.	Werkstück ausspannen		1,5
		43	15,45
	Verlustzeit:		1,35
	Stückzeit:		16,80

Man benötigt für 20 Stück:

Einrichtezeit für A. = 40 Min.

B. = 45 „

C. = 43 „

Einrichtezeit zus. = 128 Min.

Stückzeit für A. = $20 \cdot 8,5 = 170$ Min.

B. = $20 \cdot 12,8 = 256$ „

C. = $20 \cdot 16,8 = 336$ „

Stückzeit zus. für 20 Stück = 762 Min.

für 1 Stück = 38,1 Min.

Gesamtzeit für 20 Stück: 890 Minuten.

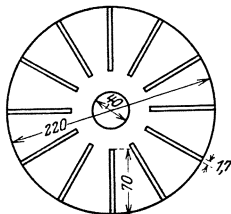


Abb. 116.

Beispiel: Es sollen 10 Werkstücke aus Grauguß nach Abb. 116 mit einem Durchmesser von 220 mm, einer Länge von 400 mm und einer Bohrung von 40 mm gefräst werden. Jedes Werkstück erhält 12 Schlitze von 70 mm Tiefe und 1,7 mm Breite. Die Schlitze müssen parallel zur Werkstückachse verlaufen, ihre Flanken müssen radial stehen. Die Werkstücke werden gedreht angeliefert und nicht vorgeissen.

Die Werkstücke werden auf einen Dorn zwischen Spitzen gespannt und dann mit einem Fräser-

blatt von 1,5 mm Breite in drei Schnitten vorgefräst. Beim letzten Schnitt nimmt man mit einem Schlitzfräser von 1,7 mm Breite im Grunde der Lücken noch einen Span von höchstens 2 mm Tiefe. Das Teilen erfolgt mit dem Teilapparat. Zum ersten Schnitt benutzt man einen Fräser von 120 mm, zu den 2 folgenden Schnitten von 200 mm, zum letzten Schnitt von 220 mm Durchmesser.

Der erste Schnitt wird 10 mm tief angesetzt, der zweite 36 mm, der dritte 68 mm und der letzte Schnitt 70 mm, von außen gemessen.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.- Zeit in Minut.	St.- Zeit in Minut.
1.	Einrichten:			
	a) Werkzeug beziehen		10	
	b) Werkzeug einspannen u. Gegenhalter festzieh..	T. 74	5	
	c) Teilapparat und Reitstock aufspannen		5	
	d) Am ersten Stück Teilung messen		30	
2.	Werkstück einspannen	T. 11		6
3.	Ansetzen			0,2
4.	Fräsen $l = 400$ mm, 10 mm tief. Für $D = 120$ mm u. $H = 10$ mm ist der Fräserinlauf 37 mm. Für jeden Schlitz ist der Fräsweg $400 + 37 = 437$ mm, bei 12 Schlitzen $12 \cdot 437 = 5244$ mm. Der minutliche Vorschub ist 20 mm. Fräszeit = $5244 : 20$ (Fräser- auslauf nur beim vierten Schnitt)			262,2
5.	Zurückkurbeln, 12 mal à 0,15			1,8
6.	Teilen und ansetzen, 11 mal à 0,7			7,7
7.	Fräser wechseln, auf 36 mm Tiefe stellen und ansetzen			7
8.	Fräsen $l = 400$ mm, 36 mm tief. Für $D = 200$ mm u. $H = 36 - 10$ mm ist $F = 67$ mm. Der Fräsweg für 12 Schlitze ist $12 \cdot (400 + 67) = 5604$ mm. Der Vorschub 45 mm i. d. Minute. Fräszeit = $5604 : 45$.			124,5
9.	Zurückkurbeln, teilen und ansetzen, wie bei 5. u. 6. .			9,5
10.	Auf 68 mm Tiefe stellen und ansetzen			1
11.	Fräsen $l = 400$ mm, 68 mm tief. Für $D = 200$ mm und $H = 68 - 36$ mm ist $F = 78$ mm. Der Fräs- weg für 12 Schlitze ist $12 \cdot (400 + 78) = 5736$ mm, Vorschub i. d. Min. 45 mm. Fräszeit = $5736 : 45$.			127,5
12.	Zurückkurbeln, teilen und ansetzen			9,5
13.	Fräser wechseln, auf 70 mm Tiefe stellen und ansetzen			8
14.	Fräsen $l = 400$ mm, 70 mm tief. Für $D = 220$ mm und $H = 70$ mm ist $F = 103$. Da dies der letzte Schnitt ist, der genau auf Breite und Tiefe gefräst sein muß, so ist auch Fräserauslauf in Rechnung zu stellen. Der Fräsweg für 12 Schlitze ist $12 \cdot (400+ 2 \cdot 103) = 7272$ mm. Der minutliche Vorschub ist 45 mm. Fräszeit $7272 : 45$			161,6
15.	Zurückkurbeln, teilen und ansetzen			15,5
16.	Werkstück ausspannen	T. 11		4
			50	746,0
		Verlustzeit:		34,0
		Stückzeit:		780,0

Gesamtzeit für 1 Stück: 830 Min., für 10 Stück: 7850 Min.

Also bei Ausführung von 10 Stück pro Stück = 785 Min.

Beispiel: 20 Schnecken (Abb. 117) nach dem Teilverfahren (vgl. S. 189) fräsen: Kopfkreis 68,5 mm, Teilkreis 58,5 mm, Fußkreis 46,84 mm, Bohrung 20 mm, Modul 5, 2gängig. Steigungswinkel der Schnecke $9^{\circ} 26'$. Gefräst wird mit Einzelfräser von $D = 90$ mm bei 60 Umdrehungen in der Minute.

Auf dem um $9^{\circ} 26'$ schräggestellten Fräsmaschinentisch wird der Teilapparat und der Reitstock aufgespannt. Die unbearbeitete Schnecke wird auf einen Dorn zwischen die Spitzen genommen und mit dem Tisch gehoben, so daß zuerst ein Schruppschnitt von 9,5 mm Tiefe gefräst werden kann. Zunächst wird ein Gang gefräst, dann der Tisch gesenkt, die Schnecke wieder in Anfangstellung gebracht und der zweite Gang gefräst. Nach Durchlaufen des zweiten Ganges wird der Tisch wieder gesenkt, in die Anfangsstellung zurück gebracht und auf das Maß des Fußkreises gehoben; dann erfolgen die Schlichtschnitte für den 1. und 2. Gang wie vorher die Schruppschnitte.

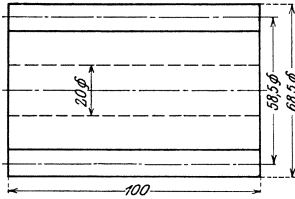


Abb. 117.

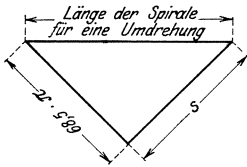


Abb. 118.

Gearbeitet wird mit einem minutlichen Vorschub von 50 mm. Die Berechnung der Laufzeit erfolgt für den Kopfkreis, nicht für den Teilkreis, in folgender Weise.

Die Steigung S errechnet sich aus Modul 5 und Gangzahl 2. $S = 5 \cdot 3,14 \cdot 2 = 31,4$ mm.

Die Länge der Spirale für eine Umdrehung ist: $l = \sqrt{(D\pi)^2 + s^2}$, $l = \sqrt{46225 + 985,96} = \sqrt{47210,96} = 217,3$ mm (vgl. Abb. 118).

Da nun die Schnecke 100 mm lang und die Steigung = 31,4 mm ist, so geht die Steigung $\frac{100}{31,4}$ mal in der Länge auf, d. h. die Gänge gehen 3,19 mal um das Werkstück herum. Mithin ist die ganze Fräslänge $L = 217,3 \text{ mm} \cdot 3,19 = 693,2$ mm. Hierzu kommt der Fräserreinlauf:

$$D = 90 \text{ mm}, H = 9,5 \text{ mm} \text{ ergibt } F = 27,5 \text{ mm.}$$

$$D = 90 \text{ mm}, H = 10,83 \text{ mm} \quad ,, \quad F = 29,5 \text{ mm.}$$

Fräserweg mit Einlauf = $693,2 + 27,5 \text{ mm} = 720,7 \text{ mm}$ f. Schruppschnitt.
Fräserweg mit Ein- u. Auslauf = $693,2 + 2 \cdot 29,5 = 752 \text{ mm}$ f. Schlichtschnitte.

Nr.	Arbeitsfolge	E.- Zeit in Minut.	St.-
1.	Einrichten:		
	a) Anbringen des Universal-Teilkopfes	16	
	b) Aufstecken und Befestigen des Modulfräasers	3	
	c) Teilkopf und Reitstock einspannen	11	
	d) Fräsmaschinentisch schräg stellen	2	
	e) Aufstecken der Wechselläder für den Teilkopf	3	
	f) Messen der Steigung	15	
	Transport:	50	

Nr.	Arbeitsfolge	E.- Zeit in Minut.	St.- Zeit in Minut.
	Transport:	50	
2.	Schnecke auf Dorn nehmen, einspannen und ansetzen . .		2,5
3.	Fräsen des ersten Ganges, Schruppen, 9,5 mm tief, 720,7 mm Fräserweg, 50 mm Vorschub: $\frac{720,7}{50}$		14,4
4.	Tisch senken, zurückkurbeln, teilen für den 2. Gang und ansetzen		2
5.	Fräsen des zweiten Ganges, wie unter 3.		14,4
6.	Tisch senken, zurückkurbeln, ersten Schlichtschnitt ansetzen		1,5
7.	Schlichtschnitt, 10,83 mm tief, 752 mm Fräsweg, 50 mm Vorschub: $\frac{752}{50}$		15,1
8.	Tisch senken, zurückkurbeln, teilen für den zweiten Schlicht- schnitt und ansetzen		2
9.	Schlichtschnitt. Genau wie unter 7.		15,1
10.	Tisch senken, zurückkurbeln und Schnecke ausspannen . .		2,5
11.	Auswechseln des Modulfräfers (mit einem Fräser können etwa 4 Schnecken gefräst werden, daher Zeit für das Auswech- seln verteilen)		2
		50	71,5
	Verlustzeit:		4,5
	Stückzeit:		76,0

Gesamtzeit für 1 Stück: 126 Min., für 20 Stück: 1570 Min., also bei 20 Stück für ein Stück = 78,5 Min.

Auf der Drehbank würde man für die Herstellung dieser Schnecke etwa $3\frac{1}{2}$ Stunden brauchen.

Das Fräsen auf der Universal-Fräsmaschine bedeutet daher eine große Ersparnis an Zeit. Würde eine Gewindefräsmaschine zur Verfügung stehen, so würde man mit noch kürzerer Zeit auskommen und noch weiter an Löhnen sparen, da mehrere dieser Maschinen von einem Arbeiter bedient werden können.

Zugleich sei aber darauf aufmerksam gemacht, daß man Schnecken nur dann auf der Fräsmaschine herstellen kann, wenn es die Anforderungen an Arbeitsgenauigkeit zu lassen. Wenn es auf höchste Arbeitsgenauigkeit ankommt, fräst man zweckmäßig auf der Fräsmaschine vor und schneidet die Schnecke auf der Drehbank fertig.

Lang- und Senkrecht-Fräsmaschine, Abb. 119.

Arbeitsfläche des Tisches 4200×1000 mm.

Die Langfräsmaschinen sind eigentlich eine Nachbildung der Hobelmaschinen, an Stelle der Stahlhalter oder Stößel sind Frässchlitten eingebaut.

Die in Abb. 119 dargestellte Maschine besitzt 2 wagrecht und 2 senkrecht angeordnete Frässpindelschlitten, welche gestatten, Werk-

stücke in einer Aufspannung mit mehreren Fräsern oder Messerköpfen zu bearbeiten.

Der Antrieb dieser Maschinen erfolgt durch einen unmittelbar mit ihr gekuppelten Motor; man kann sehr schwere Schnitte nehmen. Nach

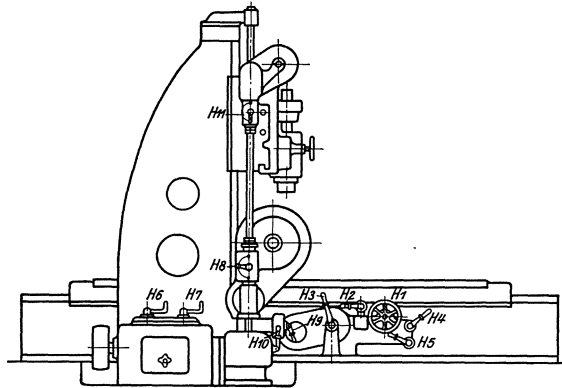


Abb. 119.

der Maschinenkarte sind 8 Fräsergeschwindigkeiten vorgesehen. Der Tischvorschub ist unabhängig von den Spindelgeschwindigkeiten. Man kann mit 12 verschiedenen Vorschüben arbeiten. Der Vorschubwechsel und die ganze Tischbedienung kann während des Ganges der Maschine erfolgen.

Der Tisch besitzt Schnellverstellung für Vor- und Rückwärtslauf.

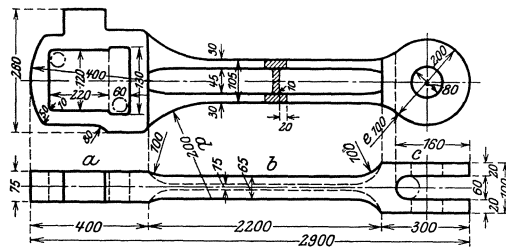


Abb. 120, 121.

Beispiel: Zu fräsen sind 10 Paar Pleuelstangen nach Abb. 120, 121 Werkstoff S.-M.-Stahl. Die Werkstücke sind geschmiedet und angerissen. Sie werden zuerst auf beiden Seiten flach, dann in einer Aufspanvorrichtung hochkant gefräst, zuletzt wird die Längsnute eingefräst. Bei allen Arbeitsgängen werden zwei Werkstücke nebeneinander gespannt.

Werkzeug: Walzen- und Nutenfräser aus Schnellschnittstahl.

a) Flachfräsen.

Nr.	Arbeitsfolge	E.- Zeit in Minut.	St.- Zeit in Minut.
1.	Einrichten:		
	a) Werkzeug beziehen	15	
	b) Dorn einbringen, aufstecken zweier Werkzeugfräser, Gegenlager anbringen und Werkzeug einstellen	40	
	c) Spannklauen anbringen	15	
	d) Wasserkühlung einstellen	10	
2.	Einspannen zweier Pleuelstangen und Ausrichten nach Riß		40
3.	Ansetzen		2
4.	Fräsen der Fläche bei „a“, 1 Schruppspan, Fräserdurch- messer 220 mm, 8 mm Zugabe. Nach Schaubild 101 ist der Fräsereinlauf = 43 mm. Der Fräserweg ist jetzt nicht nur 43 + 400 mm, denn da, wo die Stangen ab- gesetzt sind, ist vom Schmied auch noch zugegeben wor- den: demnach Fräserweg: 43 + 400 + 50 = 493 mm. Der Vorschub ist 42 mm i. d. Minute. Fräszeit = 493 : 42		11,74
5.	Fräser auf Fläche „b“ anstellen. (Der Radius 100 der Pleuelstange muß nicht besonders ausgearbeitet werden, denn der Radius des Fräasers entspricht ihm)		10
6.	Fräsen der Fläche bei „b“, Fräserweg 2200 mm. Vorschub i. d. Minute 75 mm		26,7
7.	Fräser auf Höhe des Kopfes „c“ einstellen und ansetzen .		2
8.	Fräsen der Fläche bei „c“, Fräsereinlauf 43, Länge des Kopfes 300 plus Zugabe, Fräserweg = 43 + 300 + 35 = 378 mm, Vorschub = 42 mm, Fräszeit = 378 : 42 . .		9
9.	Mit Fräsmaschinentisch zurückfahren (Schnellverstellung) und ansetzen zum Schlichten		3
10.	Fläche „a“, 1 Schlichtspan, Fräserweg = 400 + 30 = 430, Vorschub 42 mm. Fräszeit 430 : 42		10,2
11.	Ansetzen zum Schlichtspan der Fläche „b“		3
12.	Schlichtspan für Fläche „b“, Fräserweg 2200 mm, 75 mm Vorschub		26,7
13.	Ansetzen zum Schlichtspan der Fläche „c“		2
14.	Schlichtspan Fläche „c“ = 300 + 30 mm = 330 mm, 42 mm Vorschub; Fräszeit = 330 : 42		7,8
15.	Zurückfahren (Schnellverstellung)		1,5
16.	Umspannen, Tisch von Spänen reinigen, Pleuelstangen auf die gefrästen Flächen legen und in der Mitte unterstützen		60
17.	Das Fräsen der zweiten Flachseite entspricht den Arbeits- stufen 3 bis 15, daher ist dieselbe Zeit einzusetzen . . .		115,62
18.	Pleuelstangen ausspannen und Tisch reinigen		25
		80	356,26
	Verlustzeit:		23,74
	Gesamtzeit für 2 Stück =		380,00

b) Fräsen der „hochkant“ gestellten Stücke.

Nr.	Arbeitsfolge	E.- Zeit in Minut.	St.- Zeit in Minut.
1.	Einrichten:		
	a) Werkzeug beziehen	15	
	b) Fräser abnehmen und aufstecken, Gegenlager anbringen und Werkzeug einstellen	30	
	c) Aufspannvorrichtung auf Frästisch bringen und festspannen	35	
2.	2 Pleuelstangen einspannen		25
3.	Ansetzen		2
4.	Radius „d“ fräsen. Dieser Radius muß von Hand bearbeitet werden, da Radius des Fräasers zu klein		5
5.	Fläche bei „b“ hochkant fräsen. Schruppschnitt 2200 mm lg. Vorschub 178 mm i. d. Minute, Fräszeit = 200 : 178		11,24
6.	Radius „c“ fräsen, von Hand		3
7.	Zurückfahren (Schnellverstellung) und ansetzen		3
8.	Radius „d“ fräsen, Schlichtschnitt		5
9.	Fläche bei „b“ hochkant fräsen, Schlichtschnitt. Vorschub 75 mm. Der Vorschub für das Schlichten ist kleiner zu nehmen, damit der Schlosser mit der Feile nicht allzuviel abziehen hat. Fräszeit = 2200 : 75		26,7
10.	Radius „c“ fräsen, Schlichtschnitt		3
11.	Zurückfahren (Schnellverstellung)		1,5
12.	Umspannen		30
13.	Das Fräsen der zweiten Hochkantseite entspricht den Arbeitsstufen 3 bis 11.		60,44
14.	Pleuelstangen ausspannen, Tisch von Spänen reinigen und Aufspannvorrichtung ausspannen		
		20	25
		100	200,88
	Verlustzeit:		19,12
	Gesamtzeit für 2 Stück:		220,00

c) Nute fräsen.

Nr.	Arbeitsfolge	E.- Zeit in Minut.	St.- Zeit in Minut.
1.	Einrichten:		
	a) Werkzeug beziehen	10	
	b) Aufstecken zweier Nutenfräser, Gegenlager anbringen	20	
	c) Spannklaue anbringen	10	
2.	Einspannen zweier Pleuelstangen, wobei diese auf die gefrästen Flächen gelegt werden		25
3.	Nutenfräser ansetzen und von Hand auf Tiefe stellen.		3
4.	Fräsen der Nute, 2100 mm lg., Vorschub 40 mm i. d. Minute. Fräszeit = 2100 : 40		52,5
5.	Heben und Zurückfahren (Schnellverstellung)		2
6.	Umspannen		40
7.	Fräsen der zweiten Nute entspricht den Arbeitsstufen 3 bis 5		59,5
8.	Pleuelstangen ausspannen und Tisch von Spänen reinigen		20
		40	202,0
	Verlustzeit:		18,0
	Gesamtzeit für 2 Stück:		220,0

Man benötigt also für 10 Paar:

	Einrichte- zeit	Stückzeit
Flachfräsen d. zwei Köpfe u. d. Schaftes	80 Min.	$10 \times 390 = 3800$ Min.
Hochkantfräsen des Schaftes	100 „	$10 \times 220 = 2200$ „
Nute in Schaft fräsen	40 „	$10 \times 220 = 2200$ „
	220 Min.	8200 Min.

Gesamtzeit mit Einrichten: 8420 Minuten.

Beispiel: 5 Hobelmaschinentische nach Abb. 122, 123 fräsen. Werkstoff: Grauguß, mittelhart. Die Nuten sind voll gegossen. In der ersten Aufspannung wird die Fläche „a“ mit einem Satzfräser gefräst, wobei zugleich die 20 mm breiten Schlitzte eingefräst werden. Nachdem der Tisch über-

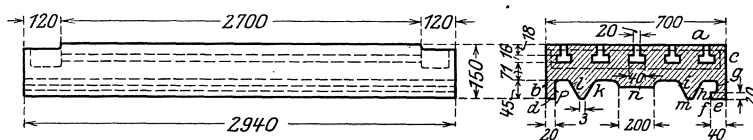


Abb. 122, 123.

fräst ist, wird der Satzfräser ausgewechselt und es werden mit T-Nutenfräsern, die in die Frässpindeln der senkrechten Frässlitten eingespannt werden, die 5 Nuten fertiggefräst. Dann wird der Tisch umgespannt und die untere Seite sowie die beiden Seitenflächen mit Satzfräser vorgefräst. Nach dem Fräsen werden die Hobelmaschinentische einige Zeit gelagert, um Spannungen auszugleichen, dann wird der zuletzt gefräste Teil auf der Hobelmaschine geschlichtet. Vgl. hierzu S. 215 und ff.! Werkzeug aus Schnellschnittstahl.

Nr.	Arbeitsfolge	E.- Zeit in Minut.	St.- Zeit in Minut.
1.	Einrichten:		
	a) Werkzeug beziehen	25	
	b) Dorn einbringen, Satzfräser aufstecken, Gegenlager anbringen und Werkzeug einstellen	73	
	c) Spannklauen anbringen	10	
2.	Einspannen, Ausrichten und Ansetzen		40
3.	Fräsen der Flächen „a“, 2700 mm. lg. Die Nutenfräser haben 180 mm \varnothing , Zugabe ist 8 mm. Die Nuten werden 34 mm tief. Fräserinlauf bei 180 mm \varnothing und einer Spantiefe von $34 + 8$ mm = 42 mm: 76 mm. Fräserauslauf kommt nicht in Frage. Fräserweg = $2700 + 76 = 2776$ mm. Vorschub 32 mm in der Minute. Fräszeit = $2776 : 32$		87
4.	Heben und Zurückfahren		2
5.	Satzfräser ausspannen, Nutenfräser einspannen und anstellen		20
	Transport:	108	149

Nr.	Arbeitsfolge	E.- Zeit in Minut.	St.- Zeit in Minut.
	Transport:	108	149
6.	Nuten fräsen mit T-Nuten-Fräser und zwar je 2 Nuten zusammen, die fünfte Nut allein. Der Fräserweg ist demnach $3 \cdot 2700 + 3 \cdot 22$ mm (Fräserlauf) = 8166 mm. Vorschub 32 mm. Fräszeit = $8166 : 32$		256
7.	Heben und Zurückfahren, dreimal		6
8.	Umspannen des Hobelmaschinentisches		35
9.	T-Nuten-Fräser ausspannen, Satzfräser für untere Seite einspannen und anstellen		34
10.	Fräsen der unteren Seite 2940 mm lg. Der größte Fräser im Satz hat 300 mm \varnothing , bei 10 mm Zugabe gibt dies 55 mm Fräserlauf. Fräserweg = $2940 + 55 = 2995$ mm, 32 mm Vorschub in der Minute. Fräszeit = $2995 : 32$. .		94
11.	Heben und Zurückfahren		2
12.	Satzfräser ausspannen, Messerköpfe in die beiden seitlichen Frässchlitten einspannen und ansetzen	12	12
13.	Fräsen der Seitenflächen „b“ und „c“ mit Messerköpfen von $D = 250$ mm. Vorschub 56 mm in der Minute. Fräserlauf = 110 mm. Fräserweg = $2940 + 110 = 3050$ mm. Fräszeit = $3050 : 56$		57
14.	Zurückfahren und Ausspannen des Tisches		20
		120	665
	Verlustzeit:		45
	Stückzeit:		710

Für 5 Hobelmaschinentische braucht man also:

Einrichtezeit	120 Min.
Stückzeit	$5 \cdot 710 = 3550$ „
Gesamtzeit	$= 3670$ Min.

B. Werkzeugmaschinen mit geradliniger Schnittbewegung.

a) Bestimmung der Laufzeiten; Beispiel einer Maschinenaufnahme.

Die Hauptvertreter dieser Maschinengattung sind die Hobelmaschinen und die Shaping- oder Stößel-Hobelmaschinen. Beiden gemeinsam ist die geradlinige, hin- und hergehende Hauptbewegung und der am Ende eines Doppelhubes, also nach einem Hin- und Hergang erfolgende Vorschub.

Die Hobelmaschinen dienen zur Bearbeitung schwererer Arbeitsstücke. Bei den mittleren Maschinengrößen führt der Tisch mit dem Werkstück die hin- und hergehende Schnittbewegung aus, und das Werkzeug den Vorschub, bei sehr großen, schweren Maschinen, den sog. Gruben-Hobelmaschinen, wird dagegen das Werkstück auf einer still-

stehenden Platte festgespannt und dem Werkzeug ist sowohl die Schnitt- als auch die Vorschubbewegung übertragen.

Die Shapingmaschinen dienen zur Bearbeitung leichterer Werkstücke mit kleineren Arbeitsflächen, ihre Hublänge ist höchstens etwa 800 mm. Hier führt das Werkzeug stets die Schnittbewegung, das Werkstück die Vorschubbewegung aus.

Die Werkzeugmaschinen mit geradliniger Hauptbewegung sind den Maschinen mit kreisender Hauptbewegung in vielen Fällen, und zwar besonders dort wirtschaftlich unterlegen, wo nicht gerade die Genauigkeit der Arbeit die erste Bedingung ist. Das einschneidige Werkzeug und der Umstand, daß der Rücklauf stets Leerlauf ist, bedingen längere Arbeitszeiten. Man hat diese durch Beschleunigung des Rücklaufs möglichst zu kürzen gesucht. Die Beschleunigung der Massen erfordert aber größeren Arbeitsaufwand und außerdem verursacht die Masse des Hobeltisches, die bei jedem Hubwechsel abgebremst wird und im nächsten Augenblick in entgegengesetzter Richtung läuft, Erschütterungen, die mit der Beschleunigung des Rücklaufes wachsen. Der Erhöhung der Rücklaufgeschwindigkeit sind aus diesem Grunde Grenzen gesetzt.

Die Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeiten sind, selbst an Maschinen ähnlicher Abmessungen, in den meisten Fällen voneinander verschieden. Im selben Betriebe findet man Maschinen, bei denen die Rücklauf- gleich der Arbeitsgeschwindigkeit oder gleich dem 1,5- bis 4fachen der Arbeitsgeschwindigkeit ist.

Hieraus ergeben sich für die Berechnung der Arbeitszeiten Mißstände. Nehmen wir an, die eine Maschine habe eine Arbeitsgeschwindigkeit $v_a = 6$ m/Min. und eine Rücklaufgeschwindigkeit $v_r = 11$ m/Min. eine andere Maschine $v_a = 9$ und $v_r = 18$ m/Min. Wird nun die Laufzeit für ein Werkstück auf der Grundlage von 9 m/Min. berechnet, wird aber dann die Arbeit auf der Maschine mit 6 m/Min. ausgeführt, so ist es klar, daß der Stücklohn nicht ausreichen kann. Im umgekehrten Falle ist zwar keine Beanstandung des Lohnes, aber ein „Strecken“ der Arbeit zu gewärtigen.

Es ist deshalb für den Vorkalkulator unerlässlich, gerade bei Hobelmaschinen die Geschwindigkeitsverhältnisse durch Aufnahmen genau zu ermitteln und die Arbeiten für die verschiedenen Maschinen dann auseinander zu halten.

Auch bei den Hobelmaschinen haben sich im Laufe der Zeit viele Sondermaschinen herausgebildet, von denen hier noch die Kegelrad-, Stirnrad- und Blechkantenhobelmaschinen erwähnt seien.

Bei der Bestimmung der Laufzeiten ist zu beachten, daß man unter Schnittgeschwindigkeiten nicht das Mittel aus den Geschwindigkeiten für Arbeitshub und Rücklauf, sondern stets nur die Geschwindigkeit des Arbeitshubes versteht.

Bedeutet:

- l = Hobellänge in m,
- v_a = Schnittgeschwindigkeit in m/Min.,
- v_r = Rücklaufgeschwindigkeit in m/Min.,
- s = Vorschub in mm für einen Doppelhub,
- s_m = Vorschub in mm/Min.,
- t_d = Laufzeit für einen Doppelhub in Minuten,
- n = Anzahl der Doppelhübe in der Minute,

so ist die Zeit für den Arbeitshub:

$$t_a = \frac{l}{v_a}, \dots \dots \dots 78)$$

für den Rücklauf:

$$t_r = \frac{l}{v_r}, \dots \dots \dots 79)$$

also für einen Doppelhub:

$$t_d = t_a + t_r, \dots \dots \dots 80)$$

Diese Zeit hängt also von der Hobellänge ab und muß für die verschiedenen Hobellängen ermittelt werden.

Ist die Zeit t_d für einen Doppelhub in Minuten oder Sekunden bekannt, so kann die Anzahl n der Doppelhübe in einer Minute leicht für jede Maschine errechnet werden. Ist z. B. $t_d = 27,4$ Sekunden für einen Doppelhub, so macht die Maschine in einer Minute:

$$60 : 27,4 = 2,19 \text{ Doppelhübe,}$$

es ist also:

$$n = \frac{60}{t_d}$$

wenn t_d in Sekunden,

$$n = \frac{1}{t_d},$$

wenn t_d in Minuten gegeben ist. Daher ist auch umgekehrt die Zeit für einen Doppelhub aus der Anzahl der Doppelhübe in der Minute zu berechnen:

$$t_d \text{ in Sek.} = \frac{60}{n}$$

$$t_d \text{ in Min.} = \frac{1}{n}$$

Für die Berechnung der gesamten Bearbeitungszeit einer Fläche ist außer t_d oder n noch die Größe des Vorschubs s für einen Doppelhub maßgebend. Dividiert man die Breite b der zu hobelnden Fläche durch

den Vorschub s , so erhält man die Anzahl z der Doppelhübe, die nötig sind, um die Fläche zu überhobeln.

Es ist also

$$z = \frac{b}{s}$$

Die Zeit zur Bearbeitung einer Fläche ist daher gleich dem Produkt aus der Anzahl der Doppelhübe und der Zeit für einen Doppelhub:

$$t = z \cdot t_d \dots \dots \dots 81)$$

oder (weil $t_d = \frac{1}{n}$)

$$t = \frac{b}{n \cdot s} \dots \dots \dots 82)$$

oder

$$t = \frac{b}{s_m} \dots \dots \dots 83)$$

denn

$$s_m = n \cdot s.$$

Obige Gleichungen gelten für einen Schnitt, die Werte für t sind also in der bekannten Weise mit der jeweiligen Schnittzahl i , die vom

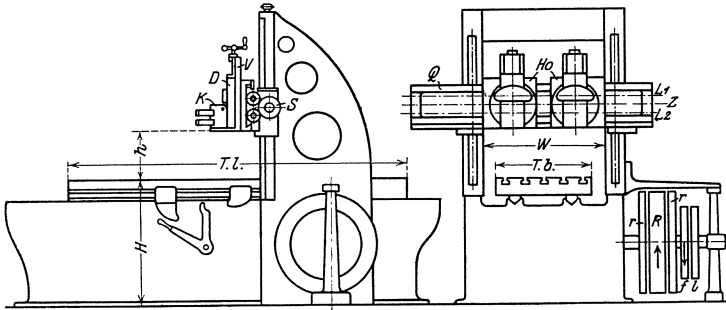


Abb. 124.

Abb. 125.

Tiefenvorschub und von der Tiefe der abzunehmenden Spanschicht abhängt, zu multiplizieren.

Im folgenden soll die Aufnahme einer Tisch-Hobelmaschine von 3500 mm Tischlänge, Abb. 124, 125, beschrieben werden, die zugleich als Beispiel einer Maschinenaufnahme (vgl. S. 26) im allgemeinen gelten kann.

Um die Vor- und Rücklaufgeschwindigkeiten sowie den Vorschub zu ermitteln, stellt man zunächst den kleinstmöglichen Hub ein. Hierauf erfolgt mit Hilfe einer Stoppuhr die Zeitaufnahme für eine bestimmte Anzahl von Doppelhüben, z. B. 10, und danach für Vorlauf und Rück-

lauf getrennt. Hiernach geht man stufenweise um 200—500 mm aufwärts bis zur größten einstellbaren Hublänge.

Die aufgenommenen Zeiten sind in der Tabelle 71 und außerdem graphisch im Schaubild 126 aufgetragen, im letzteren derart, daß unten die Hublängen, seitlich links die Zeiten für einen Hub in Sekunden stehen. Die Verbindung der einzelnen Punkte, die den aufgenommenen Zeiten entsprechen, durch gerade Linien ergibt Zickzacklinien I, II, III, durch die man je eine mittlere Gerade M_1 , M_2 , M_3 zieht. Die Abweichungen von der Geraden entstehen aus Unregelmäßigkeiten in den Umlaufzahlen der Transmissionen und der Umsteuerung sowie durch Beobachtungsfehler.

Tabelle Nr. 71.

Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe der Hobelmaschine Abb. 124/125.

Hublänge in m/Min.		Hubzeit in Sekunden pro			Anzahl der Doppel- hübe in der Minute n	Schnittgeschw. in m/Min.		Vorschub S in mm für einen Doppelhub		
nutz- bare L	ganze L_a	Vorw- gang t_a	Rückw- gang t_r	Dopp- Hub t_d		Vorw- gang V_a	Rückw- gang V_r	Schalt- der Zähne	wage- recht	senk- recht
400	550	3,4	1,4	4,8	12,5	9,7	22,0	1	0,5	0,22
600	750	4,5	2,0	6,5	10,0	10,0	22,5	2	1,05	0,48
800	950	5,6	2,4	8,0	8,0	10,2	23,8	3	1,57	0,72
1000	1150	6,6	2,7	9,3	6,5	10,4	25,5	4	2,0	1,0
1250	1400	8,0	3,5	11,5	5,5	10,5	24,0	5	2,56	1,15
1500	1650	9,3	4,0	13,3	4,5	10,6	24,8	6	3,43	1,4
1750	1900	11,5	4,5	16,0	4,0	9,8	25,2	—	—	—
2000	2150	12,0	5,0	17,0	3,5	10,7	25,7	—	—	—
2500	2650	17,0	7,0	24,0	2,5	9,3	22,7	—	—	—
3000	3200	21,5	8,5	30,0	2,0	9,0	22,5	—	—	—

Aus den Hublängen und den zugehörigen Zeiten kann man die Geschwindigkeiten v_a und v_r errechnen. Man sieht aus der Tafel und aus den im Schaubild eingetragenen Linienzügen für diese Werte, daß sie für den Arbeitshub zwischen 9 und 10,7 m/Min., für den Rücklauf zwischen 21,6 und 25,7 m/Min. aus den oben genannten Gründen schwanken. Bei voller Belastung der Maschine kann man feststellen, daß die Schnittgeschwindigkeit wie auch die Rücklaufgeschwindigkeit zurückgeht, so daß mit Mittelwerten von 10 m/Min. bzw. 24 m/Min. gerechnet werden kann.

Im Schaubild 126 ist ferner die Kurve n eingezeichnet, welche die für die Berechnung der Laufzeiten wichtige Anzahl der Doppelhübe in der Minute angibt. Ferner sind seitlich rechts die Vorschübe in mm für eine Minute aufgetragen; für die verschiedenen Schaltungen — 6 Zähne, 5 Zähne usw. — sind dann die 6 Kurven s_{m1} bis s_{m6} der minutlichen Vorschübe in mm angegeben in ihrer Abhängigkeit von der Hublänge.

Die Feststellung der Schnittgeschwindigkeiten kann aber auch erfolgen, indem man von der Umlaufzahl der Antriebsriemenscheiben

ausgeht und die Übersetzungsverhältnisse des Maschinenantriebs feststellt. Zu diesem Zwecke skizziert man sich schematisch den Antrieb

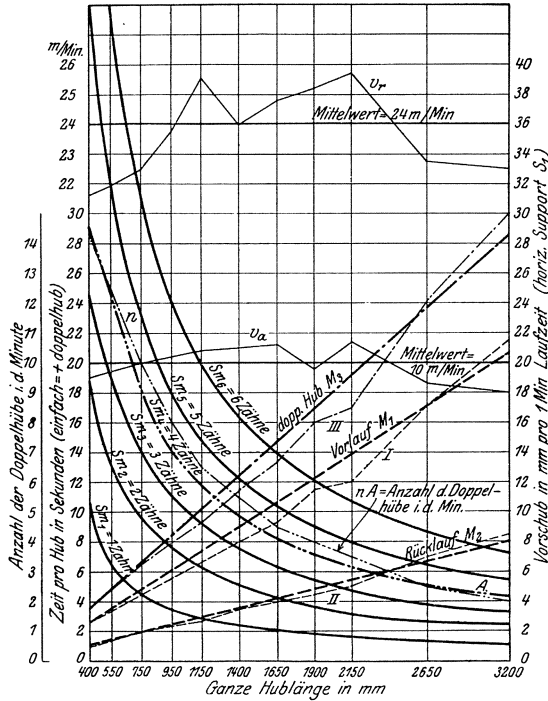


Abb. 126.

der Hobelmaschine auf (s. Abb. 127), stellt die Umlaufzahlen der Antriebscheiben A und B mittels Umlaufzähler fest und zählt die Zähnezahlen der Stirnräder z_1 bis z_4 , von denen das letztere die Zahnstange an der Unterseite des Tisches antreibt. Bei diesem Stirnrad mißt man auch den Teilkreisdurchmesser.

Im vorliegenden Falle ist:

- die Umlaufzahl der Scheibe $A = 210$
- die Umlaufzahl der Scheibe $B = 440$
- der Teilkreisdurchmesser des Stirnrades $z_4 D_t = 525$ mm
- die Zähnezahlen $z_1 = 27, z_2 = 155, z_3 = 33,$
- $z_4 = 175.$

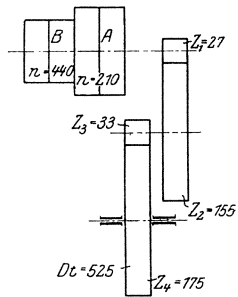


Abb. 127.

Nach der bekannten Beziehung zwischen den Umlaufzahlen einer treibenden und einer getriebenen Welle und den Zähnezahlen der zwischengeschalteten Triebräder ist dann, wenn

der Riemen auf der Scheibe *A* für den Arbeitsgang liegt, die Umlaufzahl des Stirnrades z_4 :

$$n = 210 \cdot \frac{27 \cdot 33}{155 \cdot 175} = 6,9,$$

seine Umfangsgeschwindigkeit = Schnittgeschwindigkeit:

$$\begin{aligned} v_a &= \frac{3,14 \cdot 525}{60} \cdot 6,9 = 189,44 \text{ mm/Sekunde} \\ &= 11,36 \text{ m/Minute} \end{aligned}$$

und ferner, wenn der Riemen auf der Scheibe *B* für den Rücklauf liegt:

$$\begin{aligned} n &= 440 \cdot \frac{27 \cdot 33}{155 \cdot 175} = 14,45 \\ v_r &= \frac{3,14 \cdot 525}{60} \cdot 14,45 = 397 \text{ mm/Sekunde} \\ &= 23,82 \text{ m/Minute.} \end{aligned}$$

b) Beispiele für die Berechnung der Arbeitszeiten.

Shapingmaschine, Abb. 128.

Aufspannfläche des Tisches 400×400 mm.

Die wesentlichsten Angaben der Maschinenaufnahme sind in Tabelle 72 wiedergegeben.

Tabelle Nr. 72.

Hauptabmessungen	Schnittgeschwindigkeit—Vorschübe							
	Hebel <i>H 1</i>	Stufe	Hubzahl i. d. Min.	Schnittgeschw. in m/Min. bei einem Hub von mm				
100				200	300	400		
Aufspanntischfläche . 400×400 mm	Hebel <i>H 1</i>	I	12	1,2	2,4	3,6	4,8	
Senkr. Verstellg. d. Tisches .300 „			17	1,7	3,4	5,1	6,8	
Wager. Verstellg. d. Tisches .600 „			20	2,0	4,0	6,0	8,0	
Wager. Hub d. Stössels . . .400 „			30	3,0	6,0	9,0	12,0	
Senkr. Hub des Stössels . . .100 „	Schnell II	I	40	4,0	8,0	12,0	16,0	
<i>H 2</i> Hebel z. Einstellung d. Hubzahl			II	62	6,0	12,4	18,6	24,0
<i>H 3</i> „ „ „ „ „			III	72	7,4	14,8	22,2	29,0
<i>H 4</i> Handrad z. Einstellg. d. Hublänge			IV	110	11,0	22,0	33,0	44,0
<i>Q</i> Querschaltungs-Antrieb								
<i>S 1</i> Spindel z. Querverstellen d. Tisch.	Vorschübe							
<i>S 2</i> Spindel z. Hochstellen d. Tisches	Schaltzähne	1	2	3	4			
<i>S</i> Senkrechtschalter	Vorschub mm	0,4	0,8	1,2	1,6			

Die Maschine hat Einscheiben-Antrieb. Mittels der Hebel H_1, H_2 und H_3 können 8 Geschwindigkeiten eingestellt werden. Die Vor- und Rückwärtsbewegung wird durch eine von Zahnrädern angetriebene Kulissee erzielt.

Das Höher- und Tieferstellen des Aufspanntisches erfolgt mit der Spindel S_2 .

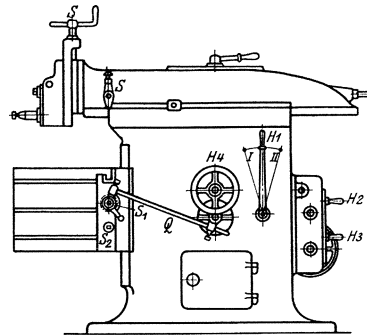


Abb. 128.

Beispiel: An 20 Werkstücken soll eine Fläche von 200 mal 300 mm nach Riß gehobelt werden. Werkstoff: Grauguß. Das Werkstück wird auf den Tisch gespannt, nach dem Riß ausgerichtet, dann mit 2 Spänen bearbeitet. Beim ersten Span $s = 1,2$ mm, beim zweiten $s = 0,8$ mm für einen Doppelhub.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	St.-Zeit
1.	Einrichten		15	
2.	Einspannen und Ausrichten nach Riß			6
3.	Stahl einspannen und 2 mal anstellen.			5
4.	Hobeln, 200 lang, 300 breit. Das Werkstück ist sperrig, so daß es nicht angeht, 300 lg. und 200 breit zu hobeln. Es wird mit einer Hubzahl von 40 i. d. Minute gerechnet, daher $s_m = 40 \cdot 1,2 = 48$ bzw. $= 40 \cdot 0,8 = 32$. Laufzeit $\frac{300}{48} + \frac{300}{32}$	G. 83		15,65
5.	Zweimal zurückkurbeln			3
6.	Ausspannen			2
			15	31,65
	Verlustzeit:			4,35
	Stückzeit:			36,0

Gesamtzeit für 1 Stück: 51 Min., für 20 Stück: 735 Min., also bei Ausführung von 20 Stück für 1 Stück: 37 Minuten.

Beispiel: 10 Werkstücke mit einem Querschnitt von 20 · 40 mm und einer Länge von 300 mm sind auf 2 Seiten zu hobeln. Die Werkstücke werden vorgehobelt, weil sie gehärtet und dann geschliffen werden sollen. Auf 2 Seiten wird mit einem Span, auf den 2 andern Seiten mit 2 Spänen gearbeitet. Die Werkstücke werden im Maschinenschraubstock eingespannt. Vorschub $s = 0,4$ mm.

Nr.	Arbeitsfolge	T. oder G.	E.-Zeit in Minut.	St.-Zeit
1.	Einrichten		15	
2.	Stahl einspannen und ansetzen			2,0
3.	Hobeln, 40 · 300 mm lg., 1 Span, $n = 20$, $s = 0,4$ mm, $s_m = 8$ mm; $t = \frac{40}{8}$	G. 83		5
4.	Zurückkurbeln, Stück umspannen und ansetzen			2,5
5.	Hobeln, 20 · 300 mm lg., 1 Span $t = \frac{20}{8}$			2,5
6.	Zurückkurbeln, Stück umspannen und ansetzen			2,0
7.	Hobeln, 40 · 300 mm lg., 2 Späne $t = \frac{40 \cdot 2}{8}$			10
8.	Zurückkurbeln, Stück umspannen und ansetzen			3,0
9.	Hobeln, 200 · 300 mm lg., 2 Späne $t = \frac{20 \cdot 2}{8}$			5,0
10.	Zurückkurbeln und ausspannen			2,0
			15	34,0
Verlustzeit:				3,0
Stückzeit:				37,0

Man benötigt für 1 Stück: 52 Min., für 10 Stück: 385 Min., also bei Ausführung von 10 Stück für 1 Stück = 38,5 Min.

Tisch-Hobelmaschine.

Arbeitsfläche des Tisches 1800 × 500 mm.

Angaben der Maschinenkarte siehe Tabelle 73.

Tabelle Nr. 73.

Hauptabmessungen	Schnittgeschwindigkeiten							
	Hublänge mm		Hubzeit in Sek.			Min.	Tischgeschw. m/Min.	
	nutzb.	ganze	Vorlauf	Rücklauf	Dopp.-Hub	Hubzahl p. Min.	Vorlauf	Rücklauf
Tischfläche ganze 2100 × 500 mm								
„ nutzbare 1800 × 500 „								
Durchgang zwischen den Ständern. 620 „	1600	1850	10	5	15	4		
„ unter dem Querträger. 600 „	1400	1600	9	4	13	4,6		
Senkr. Verstellbark. d. Querträgers. 600 „	1200	1400	8	4	12	5	6	
„ „ d. Senkr.-Schlitt. 150 „	1050	1200	6 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	10	6		
Wäger. Verstellb. d. Hobelschl. . 850 „	850	1000	5 $\frac{1}{2}$	3	8 $\frac{1}{2}$	7,4		
	650	800	4	2 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$	9,2		
	500	600	3 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	5	12		
	300	400	2 $\frac{1}{2}$	1	3 $\frac{1}{2}$	17		
	100	200	1 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	2	30	im Mittel	im Mittel

Vorschübe	Schaltzähne								
		1	2	3	4	5	6	7	8
Vorschub wagerecht		0,35	0,7	1,05	1,4	1,75	2,1	2,45	2,8
	„ senkrecht	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0

Beispiel: An 20 Werkstücken sollen 2 Flächen gehobelt werden. Die eine Fläche ist 1400 mm lg. und 400 mm breit, die andere 850 mm lang und 250 mm breit. Werkstoff: Stahlguß. Ein Werkstück ist 140 kg schwer. Die Werkstücke sind angerissen. Jede Fläche wird mit 2 Spänen bearbeitet. Der Vorschub beträgt 1,05 mm/Doppelhub. Die Maschine macht bei 1400 mm Hobellänge 4,6 und bei 850 mm 7,4 Doppelhübe in der Min., daher ist $s_m = 4,83$ mm/Min. bzw. = 7,77 mm/Min.

Nr.	Arbeitsfolge	E.- Zeit in Minut.	St.- Zeit in Minut.
1.	Einrichten	45	
2.	Einspannen, ausrichten, Stahl einspannen u. ansetzen . .		35
3.	Fläche 1400 · 400 mit 2 Spänen überhobeln. Mit Zugabe und dem seitlichen Ansetzen und Auslaufen ist die Breite mit 420 mm einzusetzen. Die erforderliche Zeit ist: $420:4,83 = 87$ Minuten. Für 2 Späne = $87 \cdot 2$		174
4.	Stahl zurückkurbeln, Werkstück umspannen, ausrichten und ansetzen		25
5.	Fläche 850 · 250 mit 2 Spänen hobeln. Statt 250 mm Breite muß 270 mm eingesetzt werden. $270:7,77 = 34,8$ Minuten. Für 2 Späne = $34,8 \cdot 2$		69,6
6.	Endmessung, Werkstück ausspannen		15
		45	318,6
		Verlustzeit:	21,4
		Stückzeit:	340,0

Man benötigt für	1 Stück	20 Stück
Einrichtezeit	45 Min.	45 Min.
Stückzeit	340 „	$20 \cdot 340 = 6800$ „
Gesamtzeit	385 Min.	6845 Min.

also bei 20 Stück Ausführung für ein Stück = 342,5 Min.

Beispiel: An 10 Werkstücken wird eine Fläche von 1200 · 500 mm gehobelt. In der Mitte der Fläche wird eine Nute von 60 mm Breite und 20 mm Tiefe eingestochen. Werkstoff: Grauguß. 1 Werkstück ist 100 kg schwer. Die Werkstücke sind angerissen. Die Fläche 1200 · 500 wird mit 2 Spänen überhobelt. Für den ersten Span wird $s = 1,4$ mm, für den zweiten Span $s = 2,8$ mm gewählt. Die Nut 60 · 20 muß in der Breite nach Lehre gearbeitet werden, während es auf die Tiefe nicht ankommt. Die Nute wird so bearbeitet, daß man mit dem Schruppstahl in 4 Spänen auf Tiefe hobelt, wobei rechts und links Ansträgungen entstehen. Dann wird mit einem Einstechstahl eine Seite in 2 Schnitten genau auf Riß gehobelt und nachher die andere Seite mit 3 Spänen auf Lehrenmaß gebracht. Die minutliche Hubzahl bei 1200 mm Hobellänge ist $n = 5$.

Nr.	Arbeitsfolge	E.- Zeit in Minut.	St.- Zeit in Minut.
1.	Einrichten	45	
2.	Einspannen, ausrichten, Stahl einspannen und ansetzen . .		30
3.	Fläche 1200 · 500 hobeln, für ersten Span $s = 1,4$, für zweiten Span $s = 2,8$, es sind also nötig: $\frac{510}{1,4} + \frac{510}{2,8} =$ 546 Hübe, $t = 546 : 5$		109,2
4.	Stahl zurückkurbeln, umspannen und messen für Nut . .		15
5.	Nut 60 mm breit in 4 Schnitten hobeln, $s = 1,65$ mm; $\frac{60 \cdot 4}{1,05} =$ rund 229 Hübe sind erforderlich; $t = \frac{229}{5}$. . .		45,8
6.	Stahl umspannen und ansetzen		3
7.	Eine Seite der Nut nach Riß hobeln in 2 Schnitten, $s = 0,5$; $\frac{20 \cdot 2}{0,5} = 80$ Hübe sind erforderlich; $t = \frac{80}{5}$		16
8.	Mit dem Stahl nach der zweiten Seite der Nute fahren, ansetzen und messen		6
9.	Zweite Seite der Nut in 3 Schnitten hobeln, wovon die ersten 2 Späne mit $s = 0,75$ und der letzte Span mit $s = 0,5$ mm $\frac{20 \cdot 2}{0,75} + \frac{20}{0,5} = 94$ Hübe sind erforderlich; $t = \frac{94}{5}$. . .		18,8
10.	Endmessung, Werkstück ausspannen		20
		45	263,8
	Verlustzeit:		11,2
	Stückzeit:		275,0

Man benötigt für 1 Stück: 320 Min., für 10 Stück 2795 Min., also bei 10 Stück für 1 Stück: rund 280 Minuten.

Die folgenden Hobelarbeiten sollen auf der in Abb. 124 und 125 dargestellten, auf S. 209 ff. beschriebenen Maschine ausgeführt werden.

Beispiel: Den in Abb. 122, 123 abgebildeten Hobelmaschinentisch auf der Prismaseite fertig schlichten (vgl. S. 205).

Die Tische werden in einer Aufspannung fertig gehobelt, und zwar die zwei Prismen, die Fläche für die Zahnstangenauflage und die beiden Seitenflächen.

Trotzdem alle Flächen vorgefräst sind, muß jede Fläche der Prismen und auch die Fläche für die Zahnstangenauflage mit 2 Spänen bearbeitet werden. Für die Seitenflächen genügt ein Span. Der Überlauf beträgt 160 mm, Hublänge insgesamt = 3100 mm. Für Geschwindigkeit und Vorschub ist Tabelle 71 maßgebend. $t_d = 27,4$ Sekunden = 0,457 Minuten, $n = 2,19$.

Nr.	Arbeitsfolge	E.- Zeit in Minuten	St.- Zeit in Minuten
1.	Einrichten	60	
2.	Einspannen und ausrichten		55
3.	2 Stähle einspannen und ansetzen für Flächen d, e		6
	Transport:	60	61

Nr.	Arbeitsfolge	E.- Zeit in Minuten	St.- Zeit in Minuten
	Transport:	60	61
4.	Fläche „d“, „e“ hobeln 1 Span. Fläche „e“ ist auf 41 mm vorgefräst, bei $s = 1,05$ mm ist die nötige Hubzahl = $41 : 1,05 = 30$. Die Maschine macht 2,19 Hübe i. d. Minute. Für 39 Hübe: $t = 39 : 2,19$		17,8
5.	Stahl ansetzen für 2 Flächen „m“		3
6.	2 Flächen „m“ hobeln 2 Späne = $2 \cdot 3 \cdot 2 = 12$ mm, wofür man $12 : 1,05 = 12$ Hübe braucht $12 : 2,19$.		5,48
7.	2 Stößelschlitten schräg stellen		8
8.	Stähle umspannen und ansetzen		8
9.	4 Flächen „h“, „i“, „k“ und „l“ hobeln, erster Span $s = 1,05$ mm, zweiter Span $s = 0,5$ mm. Notwendige Hubzahl: $\frac{4 \cdot 50}{1,05} + \frac{4 \cdot 50}{0,5} = 591$ Hübe; $t = \frac{591}{2,19}$		270
10.	Messen der Prismen mit Lehre		10
11.	Zweiten Stößelschlitten in Anfangsstellung bringen, Stahl einspannen und anstellen für Fläche „n“		6
12.	Fläche „n“ hobeln, erster Span mit $s = 1,57$, zweiter Span mit $s = 2$ mm. Notwendige Hubzahl $\frac{200}{1,57} + \frac{200}{2} =$ rund 227; $t = \frac{227}{2,19}$		103,6
13.	Stähle einspannen und ansetzen		5
14.	Fläche „f“, „p“ hobeln, 1 Span, 2 Stähle. $t = 45 \cdot 0,457$		20,6
15.	Stahl für Fläche „g“ umspannen u. ansetzen		5
16.	Fläche „g“ mit 100 Hüben hobeln, da „g“ unterstoehen werden muß. $t = \frac{100}{2,19}$		45,7
17.	Stahl f. Fläche „b“, „c“ umspannen und ansetzen		5
18.	Flächen „b“ und „c“ werden zusammen gehobelt. $s = 2$ mm gibt bei 150 mm Hobelbreite: 75 Hübe. $t = \frac{75}{2,19}$		34,3
19.	Endmessung und ausspannen		30
		60	638,48
	Verlustzeit:		71,52
	Stückzeit:		710,0

Für das Fertighobeln braucht man:

Einrichtezeit	60 Min.
Stückzeit	$5 \cdot 710 = \underline{3550}$ „
Gesamtzeit	3610 Min.

Beispiel: Die im vorstehenden Beispiele nach dem Fräsen fertiggehobelten Hobelmaschinentische nach Abb. 122, 123 sollen aus dem rohen Zustande vor- und fertiggehobelt werden; das Vorfräsen — s. S. 205ff. — soll also wegfallen. In diesem Falle wird erst der untere Teil, d. h. die

Flächen d, c, h, i, k, l, m, u, n vorgeschruppt, dann wird der Tisch gewendet und die Flächen a, b, c werden mit den T-Nuten gehobelt, der Tisch wieder gewendet und schließlich der untere Teil geschlichtet.

Die Fläche „a“ mit den T-Nuten ist 2700 mm lg., dazu kommt ein Auslauf von 100 mm. Es ist also die minutliche Hubzahl für eine Länge von 2800 mm laut Tabelle 71: $n = 2,4$, also $t_d = 0,417$ Minuten. Für alle anderen Flächen ist $n = 2,19$, oder $t_d = 0,457$ Minuten.

Nr.	Arbeitsfolge	E.- Zeit in Minuten	St.- Zeit in Minuten
1.	Einrichten	60	
2.	Einspannen und ausrichten		45
3.	Stähle einspannen und zweimal ansetzen		6
4.	2 Flächen „m“ hobeln, etwa 10 mm breit, 2 Späne. Vorschub $S = 1,05$ mm, Breite 10 mm, also erforderlich rund 20 Hübe. Für 20 Hübe braucht man $20 \cdot 0,457$ Min.		9,14
5.	Ansetzen für Flächen „c“, „d“		6
6.	Fläche „e“, „d“ mit 2 Spänen und beiden Stählen überhobeln. Es wird demnach nur Fläche „e“ berechnet. Fläche „e“ ist 50 mm breit, bei 1,05 mm Vorschub braucht man $50 : 1,05 =$ rund 48 Hübe: $t_d = 0,457$ Min. gibt		21,94
7.	Ansetzen der Fläche „n“		3
8.	Fläche „n“ 200 mm breit hobeln, 2 Späne. Vorschub 1,57 mm. Hubzahl ist $\frac{200 \cdot 2}{1,57} = 254,7$ oder rund 255. Für 255 Hübe braucht man $255 : 2,19$		116,5
9.	2 Schlitten schrägstellen, Stahl einspannen und viermal ansetzen		16
10.	Flächen „h“, „i“, „k“, „l“ mit 2 Spänen überhobeln. Da mit 2 Stählen gearbeitet wird, sind nicht alle 4 Flächen, sondern nur 2 zu berechnen. Die Flächen sind 50 mm breit, der Vorschub 1,57 mm; erforderlich sind also: $\frac{50 \cdot 2}{1,57}$ je 0,457 Minuten.		58,04
11.	2 Schlitten geradstellen u. Stähle ausspannen		8
12.	Werkstück ausspannen, wenden, einspannen und richten. 2 Stähle einspannen und ansetzen		60
13.	Fläche „a“ mit 1 Span überschruppen. Ein Span wird seitlich, der andere in der Mitte angesetzt. Es hat also ein jeder Stahl einen Weg von etwa 360 mm Breite einschl. der seitlichen Zugabe zurückzulegen. Vorschub 1,57 mm. Hobelbreite 360 mm, rund 230 Hübe, $t_d = 230 : 2,4$		95,8
14.	Stähle umspannen und ansetzen		5
15.	Flächen „b“, „c“ hobeln mit 2 Stählen je 1 Span. Vorschub 1 mm, Hobelbreite plus Zugabe 150 mm. Erforderlich 155 Hübe; $t = 155 : 2,19$		70,7
16.	Zurückkurbeln und ansetzen für Schlichtspan		3
17.	Flächen „b“, „c“ schlichten, wie Arbeitsgang 15, jedoch mit 2 mm Vorschub.		35,4
18.	Stähle aus- und einspannen und ansetzen für 5 T-Nuten, 6 mal		70
Transport:		60	629,52

Nr.	Arbeitsfolge	E.-Zeit in Minuten	St.-Zeit in Minuten
	Transport:	60	629,52
19.	5 T-Nuten hobeln. Die Nuten werden mit einem schmäleren Stahl auf Grundtiefe vorgestochen, dann mit dem 20er Stahl nachgestochen. Dann wird mit Hakenstählen rechts und links ebenfalls vor- und fertiggestochen. Der Vorschub ist 0,48 mm für einen Hub. Die erforderliche Hubzahl für eine Nute ist: $2 \cdot 34 + 4 \cdot 20 = 148 \text{ mm} : 0,48 = 308$. Da die Maschine 2,4 Hübe i. d. Minute macht, so geben $308 : 2,4 = 128,2$ Minuten für eine Nute. Für 5 Nuten $128,2 \cdot 5$		641
20.	Stahl umspannen und ansetzen		4
21.	Fläche „a“ breitschlichten. Vorschub 3,43 mm. Bei ca. 710 mm Hobelbreite sind 207 Hübe à 0,417 Minuten erforderlich		86,31
22.	Werkstück ausspannen, wenden, einspannen und ausrichten		60
23.	Stahl einspannen und ansetzen		3
24.	2 Flächen „m“ mit 16 Hübem, je 0,457 Minuten . .		7,3
25.	2 Schlitten schräg stellen zum Hobeln der Prismen, Stähle einspannen und ansetzen		15
26.	4 Flächen „h“, „i“, „k“ und „l“ hobeln. Erster Span mit 1,05 mm, zweiter Span mit 0,5 mm Vorschub. Erforderlich: $\frac{4 \cdot 50}{1,05} + \frac{4 \cdot 50}{0,5} = 591$ Hübe, $t = 591 : 2,19$		270
27.	Messen der Prismen mit Lehre		10
28.	2 Schlitten gerade stellen, Stahl einspannen und ansetzen		8
29.	Fläche „n“ hobeln, 2 Späne, Vorschub 1,57 und 2 mm, Hubzahl $\frac{200}{1,57} + \frac{200}{2} = 228$, Hobelzeit = $228 : 2,19$		104,2
30.	Stahl umspannen und ansetzen		5
31.	Fläche „d“, „e“ hobeln mit 1 Span, 2 Stählen und 1,05 mm Vorschub, 42 Hübe je 0,457 Minuten .		19,2
32.	Stähle einspannen und ansetzen		5
33.	Fläche „f“, „p“ hobeln, 1 Span, 2 Stähle, 1 mm Vorschub, 45 Hübe je 0,457 Minuten		20,6
34.	Stahl umspannen und ansetzen		5
35.	Fläche „g“ hobeln mit 100 Hübem, da unterstochen wird. Hobelzeit = $100 : 2,19$		45,7
36.	Endmessung und ausspannen		30
		60	1968,83
	Verlustzeit:		96,17
			2065,00

Werden also die Hobeltische vor- und fertiggehobelt, so braucht man für:

	1 Stück	5 Stück
Einrichtezeit	60 Min.	60 Min.
Stückzeit	$\frac{2055}{2115} \text{ Min.}$	$5 \cdot 2055 = 10275 \text{ Min.}$
		$\frac{10275}{10335} \text{ Min.}$

d. h. bei 5 Stück je Stück 2077 Min. = 34 Std. 37 Min.

**Die Vorkalkulation in Maschinen- und Elektromotoren-
bau** nach neuzeitlich-wissenschaftlichen Grundlagen. Ein Hilfs-
buch für Praxis und Unterricht. Von Ingenieur **Friedrich Kresta**, tech-
nischer Kalkulator. Mit 56 Abbildungen, 78 Tabellen und 5 logarith-
mischen Tafeln. 1921. Gebunden 6 Goldmark / Gebunden 1.50 Dollar

**Die Nachkalkulation nebst zugehöriger Betriebsbuch-
haltung in der modernen Maschinenfabrik.** Für die
Praxis bearbeitet unter Zugrundelegung von Organisationsmethoden der
Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-A.-G., Berlin. Von **J. Mundstein**. Mit
30 Formularen und Beispielen. 1920. 2 Goldmark / 0.75 Dollar

**Die Kalkulation in Maschinen- und Metallwaren-
fabriken.** Von Ingenieur Oberlehrer **Ernst Pieschel**, Dresden. Zweite,
vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 214 Figuren und 27 Muster-
formularen. 1920. Gebunden 6 Goldmark / Gebunden 1.60 Dollar

Grundlagen der Fabrikorganisation. Von Prof. Dr.-Ing. **Ewald
Sachsenberg**, Dresden. Dritte, verbesserte und erweiterte Auflage. Mit
66 Textabbildungen. 1922. Gebunden 8 Goldmark / Gebunden 2 Dollar

Einführung in die Organisation von Maschinenfabriken
unter besonderer Berücksichtigung der Selbstkostenberechnung. Von Dipl.-
Ing. **Friedrich Meyenberg**, Berlin. Zweite, durchgesehene und erweiterte
Auflage. 1919. Gebunden 5 Goldmark / Gebunden 1.20 Dollar

**Grundlagen der Betriebsrechnung in Maschinenbau-
anstalten.** Von **Herbert Peiser**, Direktor der Berlin-Anhaltischen
Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft. Zweite, erheblich erweiterte Auflage.
Mit 5 Textabbildungen. 1923.
5.60 Goldmark; gebunden 7 Goldmark / 1.30 Dollar; gebunden 1.70 Dollar

Die Selbstkostenberechnung im Fabrikbetriebe. Eine auf
praktischen Erfahrungen beruhende Anleitung, die Selbstkosten in Fabrik-
betrieben auf buchhalterischer Grundlage zutreffend zu ermitteln. Von
O. Laschinski. Dritte, vollständig umgearbeitete Auflage. 1923.
3.50 Goldmark; gebunden 4.50 Goldmark / 0.85 Dollar; gebunden 1.10 Dollar

**Die Abschätzung des Wertes industrieller Unter-
nehmungen.** Von Dr. **Felix Moral**, Zivilingenieur und beeidigter
Sachverständiger. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. 1923.
4 Goldmark; gebunden 5 Goldmark / 1 Dollar; gebunden 1.30 Dollar

Die Taxation maschineller Anlagen. Von Dr. **Felix Moral**,
Zivilingenieur und beeidigter Sachverständiger. Dritte, neubearbeitete
und vermehrte Auflage. 1922.
3.80 Goldmark; gebunden 5 Goldmark / 0.90 Dollar; gebunden 1.45 Dollar

Die Kontrolle in gewerblichen Unternehmungen.
Grundzüge der Kontrolltechnik. Von Dr.-Ing. **Werner Grull**, München.
Mit 89 Textfiguren. 1921. Gebunden 6 Goldmark / Gebunden 1.50 Dollar

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. 1923. Gebunden 13 Goldmark / Gebunden 3.50 Dollar

Der Austauschbau und seine praktische Durchführung. Bearbeitet von zahlreichen Fachleuten. Herausgegeben von Dr.-Ing. **Otto Kienzle.** Mit 319 Textabbildungen und 24 Zahlentafeln. (Schriften der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure, Band I.) 1923. Gebunden 8.50 Goldmark / Gebunden 2.05 Dollar

Taschenbuch für den Fabrikbetrieb. Bearbeitet von zahlreichen Fachleuten. Herausgegeben von Prof. **H. Dubbel,** Ingenieur, Berlin. Mit 933 Textfiguren und 8 Tafeln. 1923. Gebunden 15 Goldmark / Geb. 3.80 Dollar

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. 1923. Gebunden 17.50 Goldmark / Gebunden 4.20 Dollar

Warum arbeitet die Fabrik mit Verlust? Eine wissenschaftliche Untersuchung von Krebschäden in der Fabrikleitung. Von **William Kent.** Mit einer Einleitung von Henry L. Gantt. Übersetzt und bearbeitet von **Karl Italiener.** 1921. 2.60 Goldmark / 0.65 Dollar

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. 1922. 2.50 Goldmark / 0.50 Dollar

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. 1922. 5.50 Goldmark; gebunden 7 Goldmark / 1.35 Dollar; gebunden 1.70 Dollar

Taylorssystem und Physiologie der beruflichen Arbeit. Von **J. M. Lahy,** Professor an der Universität Paris. Deutsche autorisierte Ausgabe von Dr. **J. Waldsburger.** Mit 11 Abbildungen. 1923. 3 Goldmark; gebunden 4 Goldmark / 0.75 Dollar; gebunden 1 Dollar

Sozialpsychologische Forschungen des Instituts für Sozialpsychologie an der Technischen 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. 1922. 4.80 Goldmark / 1.15 Dollar
Zweiter Band: **Werkstattaussiedlung.** Untersuchungen über den Lebensraum des Industriearbeiters. In Verbindung mit **Eugen May,** Dreher in Münster a. Neckar und **Martin Grünberg,** Dr. jur. in Stuttgart, von Dr. jur. **Eugen Rosenstock.** 1922. 6 Goldmark / 1.50 Dollar
Dritter Band: **Planwerk und Gemeinwerk.** Eine Untersuchung der menschenseelischen Leistungs-, Entwicklungs- und Gestaltungskräfte im Arbeitsleben der Gegenwart. Von Prof. Dr. **Willy Hellpach.** In Vorbereitung.